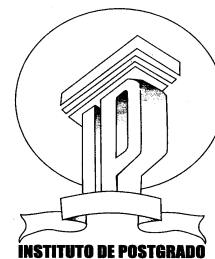




UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES



INSTITUTO DE POSTGRADO

MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES

IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LOS DERRAMES DE  
PETROLEO EN EL SOTE EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE  
LAGO AGRIO Y BAEZA

Trabajo de investigación previo a la obtención del grado de Magíster en  
Manejo de Recursos Naturales Renovables

Autor: Gonzalo Castro

Tutor: Ing. Mauricio Meza Castro

Ibarra, febrero 2009

## **APROBACION DEL TUTOR**

En calidad de tutor del Trabajo de Grado, presentado por el Ingeniero Gonzalo Boroshilov Castro Merizalde, para optar por el grado de Magíster en Manejo de Recursos Naturales Renovables, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 25 días del mes de febrero del 2009.

Ing. Mauricio Meza Castro  
C.I. 170560956-6

**IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LOS DERRAMES DE  
PETROLEO EN EL SOTE EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE  
LAGO AGRIO Y BAEZA**

Por: Gonzalo Castro

Trabajo de Grado de Maestría aprobado en nombre de la Universidad  
Técnica del Norte, por el siguiente Jurado, a los 19 días del mes de marzo  
del 2010.

Dra. Patricia Aguirre  
CI. 1001669801.

Ing. Oscar Rosales  
CI. 0400933529

Dr. Marcelo Dávalos  
CI. 1701093799

## **RECONOCIMIENTO**

A la Universidad Técnica del Norte y en especial a los directivos y personal administrativo del Instituto de Postgrado así como a cada uno de los profesores de los diferentes módulos de la Maestría.

## **CONTENIDOS**

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
PÁGINA DEL TRIBUNAL	iii
RECONOCIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	vi
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE FOTOS	x
LISTA DE SIGLAS	xi
RESUMEN DOCUMENTAL	xii
SUMMARY	xiii

## INDICE GENERAL

	Pag.
CAPITULO I. MARCO REFERENCIAL	1
1.1 Planteamiento del problema	5
1.2 Objetivos de la investigación	8
1.2.1 General	8
1.2.2 Específicos	8
1.3 Ideas a defender	9
1.4 Justificación	9
1.5 Factibilidad	10
1.5.1 Factibilidad Técnica	11
1.5.2 Factibilidad Económica	11
1.5.3 Factibilidad Operativa	11
CAPITULO II. MARCO TEORICO	12
2.1. Los derrames de petróleo y sus efectos	12
2.1.1. Derrames	16
2.1.2. Incendios	16
2.1.3. Explosiones	17
2.2. Marco Legal	18
CAPITULO III. METODOLOGIA UTILIZADA	20
3.1. Tipo de investigación	20
3.2. Diseño de la investigación	20
3.3. Unidades de investigación	20
3.3.1. Factores Abióticos	21
3.3.2. Factores Bióticos	22
3.3.3. Factores Antrópicos	22
3.4. Muestra	23
3.5. Método	24
3.6. Técnicas e instrumentos	24
3.7. Proceso investigativo	25
3.8. Proceso para la propuesta	30

3.9. Valor práctico de la investigación	30
CAPITULO IV. RESULTADOS	32
4.1. Introducción	32
4.2. El Sistema Oleoducto Transecuatoriano, SOTE	32
4.2.1. Estación Lago Agrio	34
4.2.2. Estación Lumbaqui	34
4.2.3. Estación El Salado	35
4.2.4. Estación Baeza	35
4.3. Caracterización Ambiental – Línea Base	35
4.3.1. Medio Físico	36
4.3.2. Medio biótico	57
4.3.2.1. Cobertura vegetal	57
4.3.2.2. Fauna	60
4.3.3. Medio Socioeconómico	65
4.4. Área de influencia y áreas sensibles	92
4.4.1. Área de influencia	93
4.4.2. Sensibilidad ambiental	94
4.4.2.1. Áreas de sensibilidad física	94
4.4.2.2. Áreas de sensibilidad biótica	95
4.4.2.3. Áreas de sensibilidad antrópica	97
4.5. Identificación y evaluación de Impactos Ambientales	97
4.5.1. Objetivo	97
4.5.2. Metodología de evaluación	98
4.5.2.3. Identificación de Impactos Ambientales	<b>Error! Marcador no definido.</b>
4.5.2.4. Predicción de impactos	102
4.5.2.5. Categorización de impactos ambientales	<b>Error! Marcador no definido.</b>
4.5.2.6. Descripción de afectaciones al medio ambiente	111
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	115
CAPITULO VI PROPUESTA DE MANEJO AMBIENTAL	127
6.3.1. Medidas Preventivas	128
6.3.2. Medidas de Mitigación	141
6.4. Seguridad industrial y salud ocupacional	150
6.5. Educación y concientización ambiental	151
6.6. Señalización ambiental	151
Glosario de términos	155
LISTA DE REFERENCIA	162

BIBLIOGRAFIA	158
ANEXOS	160



## LISTA DE CUADROS

	<b>PAGINA</b>
1 Causas de los derrames y barriles derramados.	5
2 Derrames más recientes registrados	6
3 Criterios de puntuación de la Importancia y valores asignados	29
4 Resultados de los análisis de suelos	42
5 Niveles de ruido	49
6 Estación meteorológica Baeza	50
7 Temperatura media mensual	51
8 Radiación solar	52
9 Velocidad del viento	52
10 Nubosidad	52
11 Humedad relativa	53
12 Concentración de hidrocarburos	53
13 Cuadales de los ríos del área del proyecto	55
14 Crecimiento poblacional	66
15 Población proyectada	67
16 Indicadores sociales	70
17 Factores ambientales considerados para La caracterización ambiental Del área de influencia Del SOTE en El tramo Lago Agrio – Baeza	94
18 Acciones y elementos que afectarán a los factores ambientales	96
19 Criterios de puntuación de La Importancia y valores asignados	100
20 Presupuesto Del Plan de Manejo Ambiental	150
21 Cronograma de implementación Del Plan de Manejo Ambiental	151

## LISTA DE FIGURAS

	<b>PAGINA</b>
1 Vista tridimensional del Sistema Oleoducto Transecuatoriano, SOTE	32
2 Vista del perfil longitudinal del SOTE en el tramo bajo estudio	33

## LISTA DE FOTOS

	<b>PAGINA</b>
1 Monumento construido en la Estación de Bombeo de Lago Agrio en conmemoración del inicio de operaciones del SOTE	2
2 Estado en el que quedó el bus de transporte interprovincial luego del incendio provocado por el atentado del 08 de diciembre del 2000 (Km. 45+800) donde murieron 7 personas.	3
3 Vista de la estación de Baeza donde ocurrió un derrame el 5-mar-2003	6
4 Vista del sitio donde ocurrió el derrame el 08-dic-2000 (Km. 45+800) debido a un atentado. Al fondo el río Aguarico.	7
5 Vista del área afectada luego de un derrame.	7
6 Vista general de la Estación Lumbaqui.	34
7 Vista general de la Estación de Baeza.	35
8 Sitio del derrame en el río Cascales.	40
9 Vista del río Márquez antes de su descarga en el Quijos, donde se dio el derrame.	41
10 Vista del SOTE en una zona de gran pendiente.	42
11 Fotografía aérea de la caldera abierta hacia el este y el cono actual del volcán El Reventador ubicado en el extremo occidental de la caldera (Foto IGM, 11 julio 1983).	45
12 Vista del volcán Cayambe.	46
13 Vista del volcán Antisana.	48

14	Depósitos aluviales en el río Quijos.	49
15	Cruce del río Aguarico en el trayecto Lago Agrio – Lumbaqui.	54
16	Vista del río Quijos en las inmediaciones de Baeza.	55
17	Venta de quesos en el sector de El Chaco.	72
18	Vista de un tramo de la carretera Quito-Lago Agrio	74
19	Vista de una finca dedicada a la cría de ganado	75
20	Momento en que se procedía a entrevistar a los moradores del área del proyecto	86
21	Vista del sitio donde ocurrió el derrame el 12 de diciembre del 2000 (Km. 44+310) debido a un atentado.	87

### **LISTA DE SIGLAS**

API:	American Petroleum Institute.
CDES:	Centro de Derechos Económicos y Sociales.
DINAPA:	Dirección Nacional de Protección Ambiental del Ministerio de Energía.
EPA:	Agencia Americana de Protección Ambiental
IERAC:	Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización.
INEC:	Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos.
ISO:	Organización Internacional de Normalización
OCP:	Oleoducto de Petróleos Pesados.
OTA:	Oleoducto Trasandino.
PETROECUADOR:	Empresa Estatal Petróleos del Ecuador.
SCADA:	Sistema de Control de Supervisión y Adquisición de Información.
SIISE:	Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador.
SOTE:	Sistema Oleoducto Transecuatoriano.
YPF:	Yacimientos Petrolíferos Fiscales de Argentina.

# **IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LOS DERRAMES DE PETROLEO EN EL SOTE EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LAGO AGRIO Y BAEZA**

**AUTOR:** GONZALO CASTRO  
**TUTOR:** Ing. Mauricio Meza Castro  
**AÑO:** 2009

## **RESUMEN DOCUMENTAL**

A lo largo de sus 34 años de operación, el SOTE reporta un sinnúmero de derrames graves de petróleo, donde los 30 más grandes ocasionaron la pérdida de 403.200 barriles de crudo. Los derrames, atribuidos a factores naturales debido al paso de la tubería por zonas inestables y de alto riesgo ante eventos de esta naturaleza y en otros casos a la falta de mantenimiento y retraso en la renovación de equipos o atentados, han afectado al medio ambiente y población circundantes y han generado pérdidas económicas al país. Sin embargo, los efectos negativos ya no son evidentes. Dicha aparente recuperación, estaría asociada a las medidas de remediación adoptadas a su debido tiempo o a los grandes caudales que corren por lo ríos afectados, cuyo poder para lavar sus orillas, ha permitido el transporte, aguas abajo, del crudo derramado que no se pudo controlar. En este sentido y partiendo del hecho de que el SOTE no cuenta con un Estudio de Impacto Ambiental, la presente investigación, plantea un Plan de Manejo Ambiental, que cuenta con todas las medidas de mitigación y remediación que deberían ser incorporadas en el tramo bajo estudio, a fin de evitar al máximo los derrames de crudo, dentro de lo que se incluye: (i) control de la corrosión mediante protección catódica; (ii) evaluación y control del espesor de las paredes del tubo; (iii) detección oportuna de fugas mediante la incorporación de un sistema SCADA; (iv) implementación de un sistema permanente de supervisión de la tubería; (v) implementación de un proyecto de Ordenamiento Territorial en zonas pobladas atravesadas por el SOTE; e, (vi) implementación de variantes en el trazado actual. El Plan propuesto considera un presupuesto referencial de 17.657.521.

# **IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LOS DERRAMES DE PETROLEO EN EL SOTE EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LAGO AGRIO Y BAEZA**

**AUTOR:** GONZALO CASTRO

**TUTOR:** Ing. Mauricio Meza Castro

**AÑO:** 2009

## **SUMMARY DOCUMENT**

Throughout its 34 years of operation, the SOTE brings a host of major oil spills, which resulted in the 30 largest loss of 403,200 barrels of crude. The spills are attributed to natural factors due to the passage of the pipeline through areas of unstable and high risk events of this nature and in other cases the lack of delay in maintenance and renewal of equipment, or attacks, have affected the environment and surrounding population and economic losses have led to the country. However, the negative effects are no longer evident. This apparent recovery, was associated with the remedial measures taken in due time or the large flows that are affected by the rivers, which can wash its shores, has allowed the transport, downstream oil spill could not be controlled. In this regard, and assuming that the SOTE does not have an Environmental Impact Study, this research raises an Environmental Management Plan, with all the mitigation and remediation should be included in the section under study to avoid the most of the oil spills, in what is included: (i) corrosion control using cathodic protection, (ii) evaluation and control of the thickness of the pipe, (iii) detection of leakage through the addition of a SCADA system, (iv) implementation of a permanent system for monitoring the pipeline, (v) implementation of a draft Land Management in populated areas crossed by the SOTE, and (vi) implementation of alternative the current route. The proposed plan considers a budget reference 17.657.521.

## **CAPITULO I. MARCO REFERENCIAL**

El inicio de la exploración petrolera en la amazonía ecuatoriana data de 1921. Tres años después se publica en el Registro Oficial el contrato de arrendamiento por 40 años con la empresa norteamericana Leonard Exploration Company para que explore y explote hidrocarburos al centro oriente del país, en una superficie de aproximadamente 25.000 Km<sup>2</sup>.

Como resultado de la fase exploratoria, en el año de 1967, la empresa Texaco Petroleum Co. Descubre petróleo en cantidades comerciales y perfora el pozo Lago Agrio No.1, al que siguieron los descubrimientos de Sacha y Shushufindi.

Bajo esta perspectiva, surgió la necesidad de construir un oleoducto que permitiera el transporte de crudo para facilitar su exportación.

Es así como en el año de 1970 se firma el contrato de construcción del Sistema de Oleoducto Transecuatoriano, SOTE, el mismo que es inaugurado dos años después.

Dicho sistema, con una longitud de 503 Km., cuenta con cinco estaciones de bombeo y cuatro reductoras de presión entre Lago Agrio y el Terminal petrolero de Balao.

El oleoducto está conformado por una tubería de acero tendida de oriente a occidente, de la cual un 65% se encuentra enterrado, en tanto que gran parte de su trazado se halla junto a vías y carreteras a fin de facilitar su operación y mantenimiento.



Foto 1 Monumento construido en la Estación de Bombeo de Lago Agrio en conmemoración del inicio de operaciones del SOTE

A lo largo de sus 34 años de operación, “el SOTE reporta un sinnúmero de derrames graves, donde aparece que los 30 derrames más grandes ocasionaron la pérdida de 403.200 barriles de crudo”<sup>1</sup>, lo que sin lugar a dudas ha generado una pérdida económica al país y al medio ambiente y población circundantes.

Estos accidentes, atribuibles a factores naturales debido al paso de la tubería por zonas inestables y de alto riesgo ante eventos de esta naturaleza y en otros casos a la falta de mantenimiento y retraso en la renovación de equipos o atentados, han provocado impactos negativos muy significativos, en algunos casos irreversibles, a las personas y al ambiente circundante.

El petróleo en contacto con el suelo hace que los microorganismos sean alterados, generándose la desaparición o disminución de las especies menos resistentes y altas tasas de mutaciones. Una situación similar, aunque no en la misma proporción, se presenta en la flora y fauna de los lugares aledaños a los derrames, en donde la cobertura vegetal ha desaparecido y las especies arbóreas han sido afectadas, lo cual a su vez ha afectado el hábitat de un sinnúmero de especies faunísticas.



Foto 2 Estado en el que quedó el bus de transporte interprovincial luego del incendio provocado por el atentado del 08 de diciembre del 2000 (Km. 45+800) donde murieron 7 personas

Los suelos por su parte, sufren variaciones significativas en sus propiedades físicas y químicas. Dentro de las físicas, se puede señalar la estructura, debido a la ruptura de los agregados, el incremento en la retención de agua en la capa superficial y el potencial hídrico.

En cuanto a las propiedades químicas se puede indicar el aumento del carbono orgánico debido a que el 75% del carbono del petróleo es oxidable, la disminución del pH por la acumulación de carbono orgánico y por ende la generación de ácidos orgánicos, y el incremento del manganeso y hierro intercambiable y fósforo disponible.

En el agua, la presencia de petróleo provoca una de las formas más graves de contaminación en los recursos hídricos existentes, principalmente en las aguas subterráneas debido a la migración de los compuestos orgánicos presentes en el crudo.

El efecto sobre las aguas superficiales tampoco es halagador, ya que los derrames provocan la muerte de un sinnúmero de especies íctias, evidenciándose además deficiencias de oxígeno, variaciones en el pH y la turbiedad y la generación de procesos anaeróbicos.



Sin lugar a dudas, los problemas hasta ahora acotados han impactado de manera muy significativa en el sustento de colonos y comunidades indígenas que se asientan en las inmediaciones a los puntos en donde se han dado los derrames, principalmente por la destrucción de sus plantaciones, la muerte o intoxicación de sus animales domésticos y ganado, la privación en el uso de los recursos hídricos para satisfacer sus necesidades básicas y, la imposibilidad de explotar las especies ícticas para su alimentación, lo que también ha afectado a las poblaciones localizadas aguas abajo.

Por otro lado, está la afectación a la salud pública, en donde conforme a estudios efectuados en la amazonía ecuatoriana, se puede establecer que quienes habitan en zonas contaminadas por hidrocarburos se exponen a diversas enfermedades que van desde las infecciones secundarias hasta cánceres de piel, sangre o esófago, pasando por las neumonías y abortos espontáneos<sup>2</sup>.

El panorama hasta ahora planteado y los convenios internacionales de protección del ambiente firmados por el Ecuador como la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo y la Agenda 21, recién en el año de 1995 son considerados para la formulación de una normativa referente al sector hidrocarburífero, y, por consiguiente, para la evaluación, aprobación y seguimiento de los estudios ambientales de los proyectos petroleros.

En dicho año, el Ministerio de Energía expide el Reglamento Ambiental para las Actividades Hidrocarburíferas en el Ecuador, el cual es reformado en el 2001.

Adicionalmente, se incluyó en la Constitución Política del Ecuador temas relacionados con el derecho de los ciudadanos a vivir en ambientes libres de contaminación, se expidió la Ley de Gestión Ambiental, la Ley de

Hidrocarburos; y, la Ley Especial de la Empresa Estatal Petróleos del Ecuador y sus Empresas Filiales.

### 1.1 Planteamiento del problema

El presente problema de investigación se circunscribe al tramo del SOTE comprendido entre Lago Agrio y Baeza, el mismo que tiene una extensión aproximada de 164 Km.

El proyecto atraviesa un conjunto de ecosistemas que va desde el bosque húmedo Tropical en el sector de Lago Agrio hasta el páramo pluvial en las estribaciones internas y externas de la cordillera oriental de los Andes, pasando por el bosque húmedo y muy húmedo Montano.

A lo largo de dicho trayecto, el SOTE reporta 30 roturas importantes en 25 puntos diferentes, con un total de 271.521 barriles de crudo derramados, sin que se conozca el número de hectáreas afectadas<sup>3</sup>.

Las causas para la rotura del tubo, en orden de volumen de crudo derramado son las mostradas en el siguiente cuadro:

**Cuadro 1**  
**Causas de los derrames y barriles derramados**

<b>Causa</b>	<b>Barriles derramados</b>
<b>Creciente de los ríos</b>	<b>92.166</b>
<b>Movimientos telúricos</b>	<b>67.161</b>
<b>Deslaves</b>	<b>65.790</b>
<b>Fallas operativas</b>	<b>18.422</b>
<b>No determinadas</b>	<b>10.816</b>
<b>Atentados</b>	<b>8.221</b>
<b>Accidentes de vehículos</b>	<b>6.783</b>
<b>Incendios</b>	<b>2.158</b>
<b>Fatiga del material</b>	<b>4</b>
<b>TOTAL</b>	<b>271.521</b>

Fuente: Gerencia de Oleoducto

Fecha: Julio 2005

Elaboración: Ing. Boroshilov Castro M.

Como se puede ver, los eventos naturales han sido la principal causa de rotura de la tubería y por ende de los derrames producidos, lo que

muestra la vulnerabilidad del trazado del Sistema Oleoducto Transecuatoriano, SOTE.

De estos, los más recientes son los que se indican a continuación:

**Cuadro 2**  
**Derrames más recientes, registrados**

Fecha	Kilometraje	Barriles	Causa
09 dic 00	45,800	3625	Atentado
12 dic 00	44,310	2915	Atentado
25 ene 01	16,150	1637	Atentado
28 jul 02	45,150	44	Atentado
05 mar 03	Est. Baeza	4	Rotura
06 may 03	94,638	6500	Deslave

Fuente: Gerencia de Oleoducto

Fecha: Julio 2005

Elaboración: Ing. Boroshilov Castro M.

Como se puede ver, la mayoría de derrames ocurridos últimamente están relacionados con aspectos humanos.



Foto 3 Vista de la estación Baeza donde ocurrió un derrame el 05-mar-2003.

El petróleo derramado ha tenido como principales receptores los ríos Quijos, Aguarico, Coca y Piedra Fina, además de los esteros aledaños a los sitios de derrame, provocando la contaminación de sus aguas y orillas, lo que ha limitado su uso aguas abajo para consumo humano, recreación, riego, abrevadero de animales, acuicultura, y otros.



Foto 4 Vista del sitio donde ocurrió el derrame el 08-dic-2000 (Km. 45+800) debido a un atentado. Al fondo el río Aguarico

Otro de los receptores directos de petróleo ha sido el suelo, tanto en los puntos de derrame como en las áreas aledañas a los mismos, situación que ha provocado su improductividad, y la contaminación permanente de los cursos de agua aledaños, principalmente por las aguas de escorrentía que lavan los suelos y por la infiltración de elementos contaminantes hacia las aguas subterráneas.

Desde del punto de vista estético, los derrames han generado un ambiente desolador y desagradable, principalmente por el color negro que adquieren los factores ambientales afectados.

Por su parte, el hecho de que las aguas y el suelo hayan sido contaminados por crudo ha interferido de manera directa en las especies de la flora y la fauna que habitaba o se alimentaban de ésta.



Foto 5 Vista del área afectada luego de un derrame

Finalmente, está el hecho de que muchas personas asocian al crudo con ciertas enfermedades de la piel, el aparecimiento de tumores y un anormal crecimiento del ser humano.

Bajo este esquema, la presente investigación busca generar suficiente información para establecer la influencia que han tenido los principales derrames de petróleo ocurridos en el SOTE en el tramo comprendido entre Lago Agrio y Baeza sobre los factores ambientales físicos, bióticos y antrópicos.

Una vez evaluada la información obtenida, se procederá a elaborar el Plan de Manejo Ambiental, el mismo que se constituirá en una herramienta técnica aplicable para prevenir y/o mitigar los impactos identificados.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 General**

Evaluar el Impacto Ambiental generado por los derrames de petróleo en el SOTE en el tramo comprendido entre Lago Agrio y Baeza.

### **1.2.2 Específicos**

- Elaborar el Diagnóstico Ambiental – Línea Base de los componentes físico, biótico y antrópico.
- Identificar y valorar los impactos ambientales asociados a los derrames de petróleo.
- Establecer medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados que se deriven de los derrames de petróleo.
- Establecer un Programa de Vigilancia y Control Ambiental.

### **1.3 Ideas a defender**

- La formulación del Plan de Manejo Ambiental de los impactos generados por los derrames de petróleo permitirá prevenir y corregir los impactos ambientales identificados a lo largo del SOTE, en el tramo comprendido entre Lago Agrio y Baeza.
- El diagnóstico ambiental permitirá conocer con certeza la situación actual de los factores ambientales físicos, bióticos y antrópicos existentes en la zona que han sido afectados por los derrames de petróleo.
- La identificación y valoración de los impactos ambientales generados por los derrames de crudo en el área bajo estudio permitirán la formulación de un plan de manejo que se ajuste a lo estipulado en la normativa legal y a los requerimientos de las zonas afectadas.
- La formulación de medidas prevención y de mitigación evitará el deterioro de los factores ambientales identificados dentro del área investigada.
- La formulación del Plan de Vigilancia y Control permitirá mejorar las condiciones de los factores ambientales afectados por los derrames de crudo.

### **1.4 Justificación**

La historia de los derrames a lo largo del Sistema Oleoducto Transecuatoriano, SOTE, empieza pocos días después del inicio de sus operaciones, época en la cual las actividades hidrocarburíferas no estaban regidas por algún tipo de normativa ambiental por lo que se daba una explotación sin ningún cuidado.

Es recién en el año de 1995, como producto de los convenios internacionales de protección del ambiente como la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo y la Agenda 21, que estas actividades

son miradas como una de las de mayor contaminación, principalmente de zonas sensibles y protegidas por las leyes ecuatorianas, por lo que se formula una normativa referente al sector hidrocarburífero, y, por consiguiente, para la evaluación, aprobación y seguimiento de los estudios ambientales de los proyectos petroleros. En dicho año, el Ministerio de Energía expide el Reglamento Ambiental para las Actividades Hidrocarburíferas en el Ecuador, el cual es reformado en el 2001.

No obstante existir dicha normativa, hasta la actualidad lo único que se ha logrado luego de un derrame es evaluar la magnitud del mismo y aplicar paliativos tendientes a recuperar el crudo derramado o a aplicar técnicas de remediación puntual, sin que se haga una evaluación de los impactos provocados sobre los diferentes componentes ambientales ni de quienes se encuentran dentro de su área de influencia.

En función de lo expuesto, la investigación se justifica bajo el criterio de que la misma permitirá:

- Evaluar la situación actual del medio ambiente y sus diferentes componentes.
- Identificar y evaluar los impactos generados.
- Contar con un Plan de Manejo tendiente a prevenir y/o mitigar los impactos producidos por los derrames.

Se considera válido el estudio ya que permitirá validar las medidas ambientales aplicadas luego de que un derrame se ha producido.

### **1.5 Factibilidad**

La factibilidad de la presente investigación se basa en la disponibilidad de los recursos necesario para lograr los objetivos planteados.

### **1.5.1 Factibilidad Técnica**

Se dispone de los recursos necesarios como herramientas, conocimientos, habilidades, experiencia, etc., para efectuar las actividades o procesos que requiere la investigación.

### **1.5.2 Factibilidad Económica**

Se dispone de los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar o llevar a cabo las diferentes actividades requeridas durante la investigación. Así mismo, existe la factibilidad de obtener recursos adicionales para solventar recursos adicionales que podrían requerirse durante el desarrollo de la investigación.

### **1.5.3 Factibilidad Operativa**

Una vez identificadas todas aquellas actividades que son necesarias para lograr el objetivo de la presente investigación se llegó a establecer la disponibilidad de la logística y el talento humano requeridos para su realización.



## **CAPITULO II. MARCO TEORICO**

### **2.1. Los derrames de petróleo y sus efectos**

Desde el inicio de la actividad petrolera el medio en el que ésta se ha desarrollado se ha visto afectado por numerosas intervenciones que han dañado severamente el ambiente circundante.

Las huellas más evidentes, las cuales se pueden encontrar en todos los lugares del planeta donde se ha explotado petróleo, frecuentemente han sido ocasionadas por accidentes en tanques de almacenamiento, en oleoductos o con los llamados super petroleros.

Todas las actividades que están envueltas en la exploración y explotación del petróleo provocan impactos potencialmente negativos sobre el medio ambiente y sobre las personas que lo usan o que están en contacto con él.

Gran parte de los ecosistemas afectados por la exploración y explotación de hidrocarburos cuentan con formas de vida muy diversas y de gran complejidad. A pesar de este hecho, la expansión petrolera muy a menudo se enfoca en dichos ecosistemas.

Luego de la extracción comienza la etapa del transporte del petróleo crudo, que es una de las operaciones más riesgosas y costosas en términos de destrucción ambiental. Desde que se transporta petróleo masivamente, son millones los barriles de petróleo que se han derramado en territorios selváticos, ríos, lagos y mares. Las consecuencias de tales derrames continúan afectando estos ecosistemas muchos años después.

Las fallas humanas son la principal causa de un derrame, seguidas por problemas de infraestructura por deterioro de equipos y materiales.

Las propiedades químicas del suelo más afectadas por un derrame de hidrocarburos son:

- Aumento del carbono orgánico ya que el 75 % del carbono del petróleo crudo es oxidable.
- Disminución del pH, debido a la acumulación del carbono orgánico y generación de ácidos orgánicos.
- Aumento del manganeso y hierro intercambiable.
- Aumento del fósforo disponible (Semarnap, 1996).

El comportamiento de los contaminantes orgánicos está en función de sus características físicas y químicas, además de las características del medio como son la unidad de suelo, permeabilidad, estructura, tamaño de las partículas, contenido de humedad y de materia orgánica, así como la profundidad del manto freático.

Factores climatológicos como la temperatura y la precipitación pluvial también tienen una gran influencia. Todas las variables en su conjunto definen el tamaño y la distribución tridimensional del frente de contaminación en una zona específica.

Los microorganismos del suelo son alterados por la contaminación petrolera, desapareciendo o disminuyendo las especies menos resistentes, además de altas tasas de mutaciones. Las alteraciones al suelo pueden producir cambios en el pH de éste y del agua que podría causar un deterioro crónico en los diferentes ecosistemas.

Para la zona superficial se han conceptualizado algunas relaciones con respecto al suelo y la presencia de contaminantes, a través de

observaciones indirectas de acumulación de los contaminantes orgánicos en asociación con adsorbentes naturales (Luthy et al., 1997).

Elías - Munguía y Martínez (1991) en Semarnap (1996), concluyen que las propiedades físicas del suelo más afectadas por derrames de hidrocarburos son:

- La estructura del suelo debido a la ruptura de los agregados.
- Aumento de la retención del agua en la capa superficial.
- El potencial hídrico.

Probablemente el componente más importante del suelo en relación con la persistencia de sustancias tóxicas es la arcilla. La persistencia aumenta cuanto más pequeñas son las partículas debido a que aportan una gran área superficial para la absorción de los productos químicos.

Los compuestos orgánicos ligeros como las gasolinas, aceites y petróleo crudo tienden a formar una capa en forma de nata en el nivel freático y se mueven horizontalmente en dirección al flujo del agua subterránea. Los compuestos orgánicos densos, migran hacia la base del acuífero creando una columna a partir de la cual pueden moverse en dirección al flujo de agua subterránea, contaminando así el acuífero en toda su profundidad.

En cuanto a la contaminación del aire, la EPA considera como principales contaminantes al material particulado, dióxido de azufre, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y plomo. De éstos, los que estarían relacionados con incidentes y accidentes durante el transporte de crudo son: dióxido de azufre, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos.

“Los óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) son gases acres, corrosivos y tóxicos que son producidos cuando se quema algún combustible que contiene azufre.

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, inodoro y venenoso, que se produce por la combustión incompleta del carbono de los combustibles.

Los óxidos de nitrógeno (NOx) se producen cuando el combustible se quema a temperaturas muy altas. Bajo la influencia de la luz solar los NOx se combinan con los hidrocarburos gaseosos para formar oxidantes fotoquímicos, principalmente ozono (O<sub>3</sub>).

Los hidrocarburos son importantes a causa de su papel en la formación de esmog fotoquímico. Los compuestos más reactivos, son los compuestos orgánicos volátiles COV”<sup>4</sup>.

Los efectos tóxicos de los hidrocarburos en el ambiente dependerán de:

- La cantidad y composición del petróleo.
- La frecuencia y tiempo de exposición.
- El estado físico del derrame.
- Las características del sitio donde sucedió el derrame.
- Variables ambientales como temperatura, humedad y oxígeno.
- El uso de dispersantes químicos (está restringido su uso).
- La sensibilidad de la biota específica del ecosistema impactado (Semarnap, 1996).
- Naturaleza y Propiedades del Suelo.

Según un estudio realizado por el Centro de Derechos Económicos y Sociales (CDES), una ONG radicada en Nueva York desde 1992, las poblaciones que viven en zonas contaminadas por petróleo se exponen a concentraciones de hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA) y de componentes orgánicos volátiles (COV) muy por encima de las normas sanitarias estadounidenses y europeas.

Esos productos pueden ser absorbidos por el organismo humano por vía oral, táctil o por inhalación y generan diversas enfermedades que van desde las infecciones secundarias como hongos cutáneos, verrugas o eczema, hasta cánceres de la piel, la sangre o el esófago, pasando por las neumonías y abortos espontáneos.

#### **2.1.1. Derrames**

Uno de los orígenes más frecuentes de los accidentes en la industria petrolera es el relacionado con las fugas de sustancias en forma de escapes (gases y vapores) y derrames (líquidos) <sup>5</sup>.

La evolución accidental de las fugas depende de:

- Condiciones (presión, temperatura, cantidad) y estado físico del fluido fugado.
- Naturaleza química (inflamabilidad, toxicidad).
- Tipo de sistema de contención (equipo cerrado o abierto) en el que se origina la fuga.
- Condiciones de entorno (geometría, topografía, meteorología) hacia el que se produce la fuga.

#### **2.1.2. Incendios**

Los incendios son reacciones de oxidación, generalmente con aire como carburante, de materias combustibles<sup>6</sup>. Los efectos de estos accidentes son:

- Calor (generalmente radiante) que produce daños de por sí y porque puede propagar la cadena accidental.
- Humos sofocantes y/o tóxicos.

- Onda explosiva de sobrepresión cuando se dan ciertas condiciones de aceleración de la velocidad de reacción y/o de contención. Otro efecto que puede propagar la cadena accidental.

Cuando hay una fuga localizada de gases o vapores (inflamables) a presión (por ejemplo, a través de perforaciones, bridas o estopadas no estacadas, etc.) éstos se pueden incendiar dando lugar a un fuego semejante al del dardo de un soplete. Tal tipo de incendio tiene un peligro relativamente bajo en sí mismo (se deberá cortar la fuente de presión y caudal que origina la fuga y proceder a la extinción), pero si el dardo afecta a equipo colindante, puede dar lugar a otros accidentes más graves.

Ello determina que se deba evitar la cercanía de los elementos propensos a fugas con respecto a otros para evitar tal efecto de propagación.

### **2.1.3. Explosiones**

Las explosiones son fenómenos caracterizados por el desarrollo de una presión (dentro de sistemas cerrados) o de una onda de sobrepresión (en espacios abiertos) que dan lugar a daños mecánicos<sup>7</sup>.

Según su origen y naturaleza las explosiones pueden estar en el inicio de una fuga (con consecuencias tóxicas y/o incendiarias) o deberse a la evolución de una combustión autoacelerada hacia la detonación (propagación supersónica).

Las explosiones como consecuencia de fugas son resultado de la ignición diferida de gases y vapores no confinados y se producen cuando:

- La nube de vapor o gas fugado es inflamable.

- La ignición (diferida) de la nube se produce un tiempo después de la fuga.

En caso tal, una parte de la energía de la combustión se manifiesta en forma de energía mecánica asociando al fuego una onda de sobrepresión. Tal onda, a su vez, está conectada con el avance (subsónico: deflagración; supersónico: detonación) del frente de llama en el seno de la nube inflamada.

## **2.2. Marco Legal**

La normativa legal específica relacionada con el tema de investigación es el Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, RAOHE, publicado en el Registro Oficial No. 265, el 13 de febrero del 2001, mediante Decreto No. 1215.

En lo que respecta al tema de los derrames, dicho decreto básicamente se refiere a cuatro aspectos:

- La procedencia de los recursos económicos para la remediación ambiental.
- La existencia de un Plan de Contingencia, dentro del Plan de Manejo Ambiental.
- Los requerimientos constructivos de los oleoductos.
- La rehabilitación de zonas afectadas.

En el caso del primer aspecto, se establece la creación del Fondo de Rehabilitación Ambiental<sup>8</sup>, cuyo objetivo es cubrir, entre otros, los costos de las actividades de remediación ambiental.

Para el segundo aspecto, se dispone que el Plan de Contingencias, que deberá actualizarse de manera permanente, desarrolle en detalle las

acciones, los listados y cantidades de equipos, materiales y personal para enfrentar eventuales derrames. Se pide además la definición y asignación de responsabilidades para la implementación de dicho plan así como las estrategias de cooperación operacional y un programa anual de entrenamientos y simulacros.

Para el tercer aspecto se dispone que los oleoductos cuenten con una adecuada protección externa e interna, a fin de evitar derrames ocasionados por alta presión, alta temperatura, corrosión, obsolescencia u otros factores de riesgo.

Para el último aspecto, se determina que la operadora debe garantizar que dentro de un término de tiempo razonable, el derecho de vía será rehabilitado a fin de mitigar los impactos al medio ambiente.



## **CAPITULO III. METODOLOGIA UTILIZADA**

### **3.1. Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo exploratoria, descriptiva y propositiva. Exploratoria debido a que no intenta dar explicación respecto del problema de los derrames de crudo, sino que recoge e identifica los efectos generados por éstos en los diferentes factores ambientales abióticos, bióticos y antrópicos, considerados.

Es descriptiva ya que evalúa las características de dichos factores y propositiva ya que el resultado final es el planteamiento de una propuesta de solución a los problemas encontrados.

### **3.2. Diseño de la investigación**

En función de la temporalidad, la presente investigación es de carácter transversal ya que pretende evaluar los efectos generados por los derrames de crudo en el SOTE en el tramo Lago Agrio – Baeza, desde el inicio de su operación hasta el año 2005.

Considerando la condición de la práctica investigativa, es no experimental ya que corresponde a la observación de hechos presentados en el pasado y que se han manifestado en una serie de eventos.

### **3.3. Unidades de investigación**

Dadas las características del problema de investigación, las unidades de observación fueron divididas en tres grupos, que corresponden a los

factores ambientales afectados por los derrames de crudo y de los cuales se recogió la evidencia empírica requerida para evidenciar el problema:

- Factores Abióticos
- Factores Bióticos
- Factores Antrópicos

### **3.3.1. Factores Abióticos**

En este caso la unidad de observación corresponde a una franja de 1.000 metros a cada lado del eje de la tubería del SOTE, lo que en unidades de área significa 164,076 Km<sup>2</sup>.

Se recogió evidencia empírica que permitió obtener información veraz sobre el fenómeno que se está estudiando en lo relacionado a los siguientes factores ambientales:

- Suelo
  - Tipos de suelos
  - Características químicas de los suelos.
  - Limitaciones técnicas de los suelos
  - Riesgo Sísmico.
  - Riesgo Volcánico.
  - Hidrogeología.
- Aire
  - Calidad del Aire
  - Clima
- Agua
  - Calidad de Agua
  - Hidrología

### **3.3.2. Factores Bióticos**

En este caso la unidad de observación corresponde a una franja de 500 metros a cada lado del eje de la tubería del SOTE, lo que en unidades de área significa 82,038 Km<sup>2</sup>.

Se recogió evidencia empírica que permitió obtener información veraz sobre el fenómeno que se está estudiando en lo relacionado a los siguientes factores ambientales:

- Cobertura vegetal.
- Fauna
  - Mamíferos
  - Aves
  - Anfibios y Reptiles
  - Entomología

### **3.3.3. Factores Antrópicos**

En este caso la unidad de observación corresponde a las poblaciones que se asientan a lo largo del trazado del tubo, lo que en unidades de área significa 328 Km<sup>2</sup>, que abarca las siguientes provincias:

- Sucumbíos, desde la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, hasta la parroquia El Reventador, cantón Gonzalo Pizarro. Cruza por los cantones: Lago Agrio, Cascales y Gonzalo Pizarro.
- Napo: desde la parroquia Gonzalo Díaz de Pineda, cantón El Chaco, hasta la parroquia Baeza, cantón Quijos. Cruza por los cantones: El Chaco y Quijos.

Se recogió evidencia empírica que permitió obtener información veraz sobre el fenómeno que se está estudiando en lo relacionado a los siguientes factores ambientales:

- Población.
- Condiciones de vida.
- Usos del suelo.
- Conflictos de uso del suelo.
- Caracterización de los asentamientos poblacionales.
- Características económicas.
- Red vial y transporte.
- Actividades productivas.
  - Agricultura y ganadería
  - Piscicultura
  - Actividades turísticas
  - Silvicultura, caza, pesca
  - Manufactura
  - Comercio
- La población y el SOTE
- Riesgo antrópico.

### **3.4. Muestra**

En virtud de las unidades de observación consideradas, las muestras para los diferentes factores ambientales son intencionadas, toda vez que las franjas de estudio analizadas responden a áreas susceptibles de ser afectadas por los derrames de crudo.

En este sentido, las muestras son válidas ya que la información obtenida responde a los efectos de una situación específica, en este caso, los derrames de crudo en el SOTE a lo largo de sus años de operación.

### **3.5. Metodología**

Para la realización del presente proyecto se ha empleado el Método Científico, por lo que ha sido necesario seguir una serie de pasos para comprobar o no las ideas a defender, las cuales están asociadas con los impactos ambientales producidos por los derrames de crudo, en el tramo bajo estudio.

### **3.6. Técnicas e instrumentos**

Se ha utilizado como técnicas/instrumentos métodos empíricos los cuales permitieron realizar un análisis preliminar de la información, así como verificar y comprobar las concepciones teóricas.

Para el efecto, se empleó como método la observación de campo en tanto que como técnica de recolección de información se utilizó la revisión bibliográfica y las entrevistas.

La revisión bibliográfica permitió conocer la percepción que tuvo la población en el año 2001 con respecto al medio ambiente, la actividad petrolera y la construcción del OCP, a través del Estudio de Impacto Ambiental correspondiente. Permitió además, establecer lo que opinó la población durante la realización del Diagnóstico y Plan de Manejo Ambiental del Sistema de Oleoducto Transecuatoriano, y Sistema de Poliductos Shushufindi-Quito y Esmeraldas-Quito realizado en el año 2005. Para esto se recurrió a entidades públicas como la DINAPA y el Ministerio del Ambiente y privadas como la Consultora Corpconsul Cía. Ltda.

Por su parte, las entrevistas fueron abiertas y estuvieron dirigidas a los pobladores de las comunidades.

Durante las observaciones de campo, se realizaron recorridos a lo largo del SOTE, los mismos que permitieron:

- Conocer la situación de la franja que conforma el derecho de vía del SOTE.
- Visitar los sitios en donde los derrames de crudo han sido más significativos.
- Recoger de la población que se asienta sobre el derecho de vía, su criterio en cuanto a los problemas más relevantes que afectan su vida diaria.

### **3.7. Proceso investigativo**

A continuación se hace referencia a la metodología aplicada durante el proceso investigativo.

#### **3.7.1. Línea Base**

En vista que el SOTE, en el tramo bajo análisis, atraviesa las mismas áreas que el Oleoducto de Crudos Pesados, OCP, la información de Línea Base de los componentes físico y biótico fue tomada principalmente del Estudio de Impacto Ambiental de dicho proyecto. No obstante, para calificar la calidad del suelo, se recurrió también a los resultados obtenidos durante la Auditoría Ambiental del SOTE, realizada en enero del 2003.

Cabe indicar que los recorridos de campo sirvieron para validar la información bibliográfica referida anteriormente.

En lo que al componente socioeconómico respecta, se analizó la información relacionada con la percepción de la comunidad en cuanto a la actividad petrolera, contenida en el Estudio de Impacto Ambiental del

OCP y en el documento de Diagnóstico y Plan de Manejo Ambiental del Sistema de Oleoducto Transecuatoriano y Sistema de Poliductos Shushufindi-Quito y Esmeraldas-Quito.

Adicionalmente, se efectuaron entrevistas abiertas en las diferentes comunidades atravesadas por la tubería del SOTE a fin de obtener de primera mano su opinión sobre los derrames ocurridos en el pasado y la presencia del tubo cerca de sus viviendas.

La información obtenida, analizada y validada permitió conformar la Línea de Base del presente trabajo investigativo.

### **3.7.2. Elaboración de Mapas**

En virtud de que no fue posible conseguir la base de datos del proyecto OCP, para su correspondiente análisis y procesamiento en un software de Sistemas de Información Geográfica como el Arcgis 9.X, se procedió a utilizar los mapas en PDF del Estudio de Impacto Ambiental de dicho proyecto, los cuales fueron importados a formato punto “ai” a fin de editarlos en Adobe Illustrator.

Posteriormente se realizaron las ediciones gráficas y de texto requeridas para la presente investigación. Finalmente se hizo la exportación a formato PDF para su impresión.

No obstante, cabe señalar que la información generada por el proyecto OCP corresponde al DATUM WGS 84.

### **3.7.3. Evaluación de Impactos**

Para la evaluación de impactos ambientales se utilizó la metodología señalada a continuación.

### **3.7.3.1. Identificación de Impactos Ambientales**

El proceso de verificación de una interacción entre la causa (acción considerada) y su efecto sobre el medio ambiente (factores ambientales), se ha materializado realizando una marca gráfica en la celda de cruce correspondiente en la matriz causa - efecto desarrollada.

### **3.7.3.2. Predicción de impactos**

En primer lugar se ha proporcionado el carácter o tipo de afectación de la interacción analizada, es decir, se la ha designado como positivo o negativa.

La predicción de impactos ambientales, se la ha ejecutado valorando la importancia y magnitud de cada impacto previamente identificado.

La importancia del impacto de una acción sobre un factor se refiere a la trascendencia de dicha relación, al grado de influencia que de ella se deriva en términos del cómputo de la calidad ambiental, para lo cual se ha utilizado la información desarrollada en la caracterización ambiental, aplicando una metodología basada en evaluar las características de Extensión, Duración y Reversibilidad de cada interacción, e introducir factores de ponderación de acuerdo a la importancia relativa de cada característica.

Las características consideradas para la valoración de la importancia, se las define de la manera siguiente:

- Extensión: Se refiere al área de influencia del impacto ambiental en relación con el entorno del proyecto.



- **Duración:** Se refiere al tiempo que dura la afectación y que puede ser temporal, permanente o periódica, considerando, además las implicaciones futuras o indirectas.
- **Reversibilidad:** Representa la posibilidad de reconstruir las condiciones iniciales una vez producido el impacto ambiental.

El cálculo del valor de Importancia de cada impacto, se ha realizado utilizando la siguiente ecuación<sup>9</sup>:

$$\text{Imp} = \text{We} \times \text{E} + \text{Wd} \times \text{D} + \text{Wr} \times \text{R}$$

donde:

Imp = Valor calculado de la Importancia del impacto ambiental

E = Valor del criterio de Extensión

We = Peso del criterio de Extensión

D = Valor del criterio de Duración

Wd = Peso del criterio de Duración

R = Valor del criterio de Reversibilidad

Wr = Peso del criterio de Reversibilidad

Debiéndose cumplir:

$$\text{We} + \text{Wd} + \text{Wr} = 1$$

La valoración de las características de cada interacción, se ha realizado en un rango de 1 a 10, pero solo evaluando con los siguientes valores y en consideración con los criterios expuestos en el cuadro siguiente:

**Cuadro 3****Criterios de puntuación de la Importancia y valores asignados**

<b>Características de la Importancia del Impacto Ambiental</b>	<b>PUNTUACION DE ACUERDO A LA MAGNITUD DE LA CARACTERISTICA</b>				
	1.0	2.5	5.0	7.5	10.0
EXTENSION	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
DURACIÓN	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
REVERSIBILIDAD	Completamente Reversible	Medianamente Reversible	Parcialmente Irreversible	Medianamente Irreversible	Completamente Irreversible

Se puede entonces deducir que el valor de la Importancia de un Impacto, fluctúa entre un máximo de 10 y un mínimo de 1. Se considera a un impacto que ha recibido la calificación de 10, como un impacto de total trascendencia y directa influencia en el entorno del proyecto. Los valores de Importancia que sean similares al valor de 1, denotan poca trascendencia y casi ninguna influencia sobre el entorno.

La magnitud del impacto se refiere al grado de incidencia sobre el factor ambiental en el ámbito específico en que actúa, para lo cual se ha puntuado directamente en base al juicio del evaluador, manteniendo la escala de puntuación de 1 a 10 pero sólo con los valores de 1,0; 2,5; 5,0; 7,5; y, 10,0

Un impacto que se califique con magnitud 10, denota una altísima incidencia de esa acción sobre la calidad ambiental del factor con el que interacciona. Los valores de magnitud de 1 y 2,5, son correspondientes a interacciones de poca incidencia sobre la calidad ambiental del factor.

Un impacto ambiental se lo categoriza de acuerdo con sus niveles de importancia y magnitud, sea positivo o negativo. Para globalizar estos criterios, se ha decidido realizar la media geométrica de la multiplicación de los valores de importancia y magnitud, respetando el signo de su carácter. El resultado de esta operación se lo denomina Valor del Impacto y responde a la ecuación:

$$\text{Valor del Impacto} = \pm (\text{Imp} \times \text{Mag})^{0.5}$$

En virtud a la metodología utilizada, un impacto ambiental puede alcanzar un Valor del Impacto máximo de 10 y mínimo de 1. Los valores cercanos a 1, denotan impactos intrascendentes y de poca influencia en el entorno, por el contrario, valores mayores a 6,5 corresponden a impactos de elevada incidencia en el medio, sea estos de carácter positivo o negativo.

Finalmente, con la magnitud del Valor del Impacto, se han construido las Matrices causa - efecto de Resultados del Valor del Impacto.

### **3.8. Proceso para la propuesta**

Para estructurar la propuesta de la solución viable y pertinente se efectuó el análisis de los resultados de la investigación previa y los resultados de la evaluación de impactos ambientales.

En este sentido la idea central es que la solución a los problemas ambientales generados por los derrames de crudo se fundamente en la implementación de una serie de medidas tendientes a evitar al máximo que éstos ocurran, por lo que la propuesta pretende garantizar un cambio real o la transformación de la situación problemática generando prácticas, valores, actitudes, etc.

### **3.9. Valor práctico de la investigación**

La presente investigación sirvió para establecer, de manera general, que los vestigios de un derrame de crudo a lo largo del tiempo, pueden ser evidentes únicamente en aquellos componentes ambientales que se

mantienen estáticos (suelo) o que por labores de atención del derrame fueron retirados del lugar (cobertura vegetal).

Por otro lado, se pudo comprobar que los componentes ambientales que están en constante movimiento (agua, aire) o tienen posibilidad de migrar (fauna), no presentan evidencias de los derrames producidos.

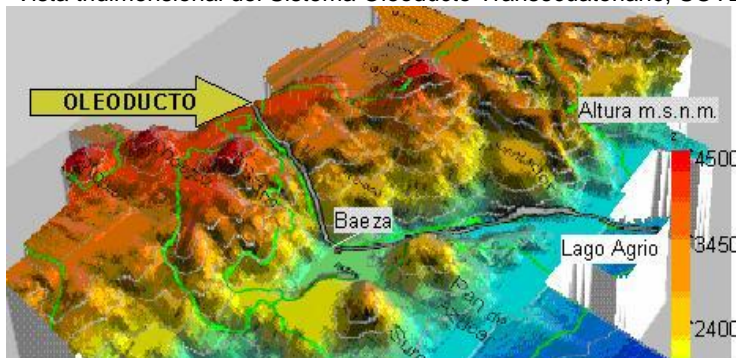
Finalmente, se ha podido determinar los principales peligros asociados a los derrames de petróleo y las medidas que será necesario implementar a fin de evitarlos al máximo, lo cual a más de beneficiar al medio ambiente permitirá salvaguardar la salud y seguridad de quienes habitan a lo largo del SOTE.

## CAPITULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Introducción

El crudo extraído en la región amazónica es almacenado en ocho tanques de 250.000 barriles de capacidad ubicados en la estación Central de Lago Agrio (cantón Sucumbíos), desde donde se lo bombea hasta Balao (provincia de Esmeraldas) para su exportación y/o transferencia hacia la refinería de Esmeraldas.

Figura 1  
Vista tridimensional del Sistema Oleoducto Transecuatoriano, SOTE



El sistema es operado por la Gerencia de Oleoductos, filial de PETROECUADOR.

### 4.2. El Sistema Oleoducto Transecuatoriano, SOTE

El Sistema de Oleoducto Transecuatoriano, SOTE, entró en operación en el año de 1972. En el año de 1987 estuvo fuera de operación por el terremoto en el sector del Reventador; entrando a operar momentáneamente el Sistema del Oleoducto Transandino, OTA.

Las operaciones del Sistema del Oleoducto consisten en transportar el crudo producido en los campos del Distrito Amazónico hasta la Terminal de Balao mediante un conjunto de estaciones de bombeo y reductoras y tanques de almacenamiento.

De los 503 Km. de longitud de tubería, 429 Km. son de un diámetro de 26". La longitud restante es de 20" y se encuentra entre las Estaciones de San Juan y Santo Domingo.

El sistema de operación se lo puede dividir en dos secciones: la del Distrito Oriente con las Estaciones de Bombeo de Lago Agrio, Lumbaqui, Salado, Baeza y Papallacta y la de la Región Costa con las Estaciones Reductoras San Juan, Chiriboga, Sto. Domingo y Quinindé, hasta llegar a la Terminal Balao.

En el tramo bajo estudio, el SOTE está constituido por las estaciones de bombeo de Lago Agrio, Lumbaqui, Salado y Baeza, conforme con el esquema presentado a continuación:



En el Mapa No. 1 se presenta la ubicación del tramo bajo estudio.

#### **4.2.1. Estación Lago Agrio**

Es en donde se inicia el bombeo hacia el Sistema Oleoducto Transecuatoriano a través de una tubería de 26 pulgadas de diámetro exterior. Dispone de siete unidades de bombeo.

La estación se localiza en la parroquia Nueva Loja del cantón Lago Agrio, a una altura de 297 msnm. Ocupa un área aproximada de 32 Ha. Para almacenar el crudo se tienen 6 tanques de techo flotante de 250.000 barriles de capacidad cada uno y los tanques de YPF que pasaron a ser administrados por Gerencia de Oleoducto.

Con el Sistema de Gestión Ambiental implementado y su certificación ISO 14001, se han solucionado algunos problemas ambientales como por ejemplo la gestión de los desechos y residuos sólidos.

#### **4.2.2. Estación Lumbaqui**

Se localiza a 66,57 Km. de la estación de Lago Agrio a una altura de 850 msnm, en la parroquia Gonzalo Pizarro del cantón del mismo nombre. La tubería de entrada y salida del SOTE es de 26 pulgadas de diámetro externo. Al igual que la estación anterior, dispone de siete unidades de bombeo.



Foto 6 Vista general de la Estación Lumbaqui

#### **4.2.3. Estación El Salado**

Se localiza a 111,722 Km. de la estación de Lago Agrio y a 45,151 Km. de la estación de Lumbaqui a una altura de 1.289 msnm, en la parroquia Gonzalo Díaz de Pineda del cantón El Chaco. La tubería de entrada y salida del SOTE es de 26 pulgadas de diámetro externo. Al igual que las estaciones anteriores, dispone de siete unidades de bombeo.

#### **4.2.4. Estación Baeza**

Se localiza a 164,076 Km. de la estación de Lago Agrio y a 52,3547 Km. de la estación El Salado a una altura de 2.002 msnm, en la parroquia Baeza del cantón Quijos. La tubería de entrada y salida del SOTE es de 26 pulgadas de diámetro externo. Al igual que las estaciones anteriores, dispone de siete unidades de bombeo.



Foto 7 Vista general de la Estación de Baeza

#### **4.3. Caracterización Ambiental – Línea Base**

La caracterización ha permitido describir y caracterizar ambientalmente el corredor a través del cual se desarrolla el Sistema Oleoducto Transecuatoriano, SOTE, en el tramo comprendido entre Lago Agrio y Baeza.



#### **4.3.1. Medio Físico**

##### **4.3.1.1. Suelo**

###### **4.3.1.1.1. Tipo de suelos**

En el área de investigación se identifican: (i) suelos de la cordillera real; y, (ii) suelos del oriente. En los Mapas Nos. 5a y 5b se muestra los Tipos de Suelos a lo largo del área bajo estudio.

Para determinar los Tipos de Suelos se ha tomado la clasificación taxonómica establecida por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, USDA, por sus siglas en inglés.

- **Suelos de la cordillera real**

Los suelos de la cordillera real se agrupan en tres unidades geomorfológicas: (i) estribaciones medias; (ii) flancos del volcán Reventador; y, (iii) terrazas medias y altas.

- **Estribaciones medias**

Entre Baeza y El Chaco el suelo dominante es el Typic Dystropepts. Typic Dystropepts. La textura dominante es franca arcillo arenosa. Son suelos de reacción ligeramente ácida, con alto contenido de materia orgánica en la superficie, decreciendo con la profundidad.

Entre Santa Rosa de Quijos hasta aproximadamente el sector de Las Palmas el suelo dominante es el clasificado como Andic Hapludolls y en menor porcentaje Andic Dystropepts.

En el primer caso, la textura es franco arcillo limosa a franco arcillosa hasta 90 cm, luego franca. El pH varía de ácido a ligeramente ácido; los niveles de materia orgánica es alta en los primeros 50 cm, luego se presenta media, y es de baja fertilidad.

En el segundo caso, la textura es arcillosa. Son suelos de reacción ácida, con valores altos en materia orgánica en el horizonte superior, decreciendo con la profundidad, y la saturación de bases bajo (ENTRIX, 1996).

Entre las poblaciones de Borja y El Reventador el suelo taxonómicamente corresponde al grupo Troorthents. La textura es franca a franco arcillosa.

Entre la población de El Reventador y Atenas, el suelo dominante es Oxic Dystropepts. La textura varía de franca a franco arcillosa y franco arenosa. Son suelos con pH ácido, la materia orgánica presenta valores altos.

- Flancos del volcán Reventador

Corresponden aquellas áreas ubicadas en los flancos inferiores del volcán Reventador. Los suelos que representan a este paisaje corresponden a Vitrandic Dystropepts y Lithic Dystropepts. La textura es franca a franco arcillo limosa. Son suelos de pH ácido, el porcentaje de materia orgánica varía de satisfactorio a alto.

- **Suelos del oriente**

Los suelos del oriente se agrupan en tres unidades geomorfológicas: (i) colinas; (ii) llanuras; y, (iii) terrazas.

- Colinas

Entre Nueva Loja y Cascales, los suelos han sido clasificados como Typic Dystropepts. Son suelos con textura arcillosa, de reacción ácida. Su contenido de materia orgánica es bajo con fertilidad igualmente baja.

Entre Cascales y Lumbaqui los suelos han sido clasificados como Typic Dystropepts. La textura es franco arcilloso. Son suelos de reacción ácida; la materia orgánica es alta en la superficie y baja en los horizontes inferiores.

- Llanuras

Esta unidad fisiográfica ocupa áreas planas a onduladas con pendientes inferiores al 8% localizadas entre la ciudad de Nueva Loja y la población de Cascales. De acuerdo con la información disponible y a observaciones de campo el suelo dominante corresponde al subgrupo Oxic Dystropepts (Oxic Dystrudepts) y en menor porcentaje Typic Tropaquents (Typic Endoaquents).

Oxic Dystrandeps son suelos profundos de drenaje moderadamente bueno y derivados de sedimentos antiguos aluviales de grano fino. Son suelos poco desarrollados, y tienen un perfil tipo A/B/C. La textura es franco arcilloso en el primer horizonte y franca en los horizontes inferiores. Tienen reacción ácida, altos contenidos de materia orgánica especialmente en el horizonte superficial, decreciendo en los inferiores y saturación de bases son bajas (ENTRIX, 1996).

Typic Tropaquents son suelos de drenaje pobre que se derivan de material aluvial fino y ocupa pequeñas áreas ligeramente cóncavas, sin ningún desarrollo genético por las condiciones de hidromorfismo semipermanente, con presencia de moteaduras (gris) y napa freática a

menos de 50 cm de profundidad. Presenta un perfil A/C de textura franco arcillo limosa a franco arcillosa, sin estructura.

- Terrazas

Se localizan junto al río Aguarico entre los ríos Cascales y Due. Taxonómicamente son suelos clasificados como Typic Udipsamments. Su textura es franco arenosa y arena franca. Son de reacción ácida a ligeramente ácida con alto contenido de materia orgánica en el primer horizonte y bajo en los subsiguientes.

#### **4.3.1.1.2. Características químicas de los suelos**

Con el fin de conocer las características químicas de los suelos en varios de los sitios en donde se ha reportado derrames de crudo, se consideró los resultados de laboratorio de los siguientes puntos de muestreo:

##### **4.3.1.1.2.1. Puente La Boa (Km. 44,310)**

En este lugar, que corresponde a una zona pantanosa irregular cubierta con pasto, se reporta un derrame de 2.915 barriles de crudo ocurrido el 12 de diciembre del 2000 como consecuencia de un posible atentado.

Según Petroecuador, el derrame fue sometido a procesos de biorremediación. No obstante, en el corte del talud se observa un estrato de crudo intemperizado de aproximadamente 10 cm. de espesor sobre el cual se deposita suelo limo-arcilloso con vegetación.

Con el fin de caracterizar el sitio, se ha considerado los resultados de dos muestras de suelo tomadas en enero del 2003, una en el mencionado talud y otra en la zona pantanosa. Los valores de TPH reportados por el laboratorio en los dos casos sobrepasan el límite permisible para un

ecosistema sensible (Tabla No. 6 del RAOHE), tal como se puede observar en el Cuadro 4.

#### **4.3.1.1.2.2. Cascales (Km. 34,500)**

En este lugar localizado junto al puente del río Cascales, que corresponde a una zona de inundación, se reporta un derrame sin precisar el volumen de crudo ni la fecha del evento.



Foto 8 Sitio del derrame en el río Cascales

En el lugar se observan manchas de hidrocarburos en las inmediaciones de la estructura de soporte del oleoducto, en un área de aproximadamente 2 m<sup>2</sup>.

Con el fin de caracterizar el sitio, se ha considerado los resultados de dos muestras de suelo tomadas en agosto de 1999 y enero del 2003. Los valores reportados para todos los parámetros analizados demuestran que los niveles no sobrepasan los límites permisibles para un ecosistema sensible (Tabla No. 6 del RAOHE), tal como se puede observar en el Cuadro 4.

#### **4.3.1.1.2.3. Río Márquez (Km. 86,111)**

En este lugar se reporta un derrame de 57.161 barriles de crudo ocurrido el 5 de marzo de 1987 como consecuencia del terremoto de aquel año que destruyó parte del oleoducto.

En el lugar se observan manchas de hidrocarburos en las inmediaciones de la confluencia de los ríos Márquez y Quijos, en un área de aproximadamente 4 m<sup>2</sup>.



Foto 9 Vista del río Márquez antes de su descarga en el Quijos, donde se dio el derrame

Con el fin de caracterizar el sitio, se ha considerado los resultados de una muestra de suelo tomada en agosto de 1999. Los valores reportados por el laboratorio demuestran que los niveles no sobrepasan los límites permisibles para un ecosistema sensible (Tabla No. 6 del RAOHE), tal como se puede observar en el siguiente cuadro:

**Cuadro 4**  
**Resultados de los análisis de suelos**

Parámetro	Expresado en	Unidad	Límite permisible	Puente La Boa		Cascales		Río Márquez
				Muestra 1	Muestra 2	Muestra 1	Muestra 2	
Hidrocarburos totales	TPH	mg/Kg	< 1000	6.569,83	9.479,1	454,27	ND	ND
Cadmio	Cd	mg/Kg	< 1	0,407	< 0,09	0,109	0,70	0,73
Níquel	Ni	mg/Kg	< 40	10,3	6,953	8,319	-	-
Plomo	Pb	mg/Kg	< 80	3,129	2,958	0,911	7,29	4,97

**Fuente:** Estudio de Impacto Ambiental del OCP, mayo 2001

Auditoría Ambiental del SOTE, enero 2003.

**Fecha:** Diciembre del 2005

**Elaboración:** Ing. Boroshilov Castro M.

Como se observa, los valores de TPH's, Níquel y Plomo para el caso del derrame en el Puente La Boa sobrepasan los niveles máximos establecidos para la región en estudio, lo cual podría ser atribuido a la ineficacia del programa de biorremediación llevado a cabo.

#### 4.3.1.1.3. Limitaciones técnicas de los suelos

En los tramos en donde el SOTE se halla construido superficialmente, existen zonas de alto riesgo por deslizamiento, las mismas que están asociadas a suelos con altas pendientes y alto índice de plasticidad, lo que se ve afectado además por la alta precipitación de la zona.

Estas características también afectan a la estabilidad de las estructuras "H" en donde se asienta la tubería, toda vez que las mismas tienen sus cimientos muy cerca de la superficie.



Foto 10 Vista del SOTE en una zona de gran pendiente

Dentro del área bajo estudio, los tramos sujetos a este inconveniente son los que corresponden a los suelos de la Cordillera Real, principalmente en donde las pendientes superan el 60%.

Otro de los riesgos al que está sometida la tubería es el relacionado con la corrosión, como producto del potencial de conversión química de los iones de hierro de los suelos, lo cual es más crítico en los suelos arcillosos.

Dentro del área bajo estudio, los tramos sujetos de manera severa a este inconveniente son los que corresponden a los suelos de la Cordillera Real. Los demás suelos presentan problemas considerados moderados y bajos.

Finalmente, se analizó el nivel de erosión al que están sometidos los suelos, lo cual según la información disponible en su mayoría es alto a lo largo del tramo analizado.

#### **4.3.1.1.4. Riesgo Sísmico**

Con el fin de determinar el riesgo desde el punto de vista sísmico se ha recurrido al análisis de las aceleraciones máximas probables que se esperarían a lo largo del corredor del SOTE en el tramo bajo análisis, tomando como base las magnitudes máximas esperadas en cada una de las fallas y zonas sismogénicas activas identificadas.

En función de lo anotado, los valores de aceleración esperados en los diferentes trayectos del área del proyecto son las señaladas a continuación.



#### **4.3.1.1.4.1. Trayecto Lago Agrio – Lumbaqui**

Correspondiente a un sistema inverso del frente andino en el cual se espera una aceleración de 0,22 g.

#### **4.3.1.1.4.2. Trayecto Lumbaqui – El Reventador**

Correspondiente a un sistema inverso del frente andino en el cual se espera una aceleración de 0,32 g.

#### **4.3.1.1.4.3. Trayecto El Reventador - Baeza**

Correspondiente a un sistema inverso del frente andino en el cual se espera una aceleración de 0,34 g.

#### **4.3.1.1.5. Riesgos volcánicos**

El Mapa No. 2 muestra el riesgo volcánico al que está sometida el área del proyecto.

##### **4.3.1.1.5.1. Volcán el Soche**

Está ubicado en el flanco oriental de la cordillera Real en las coordenadas 0°55'2" N y 77°57'9" W a 33 Km. al sureste de la ciudad de Tulcán. Alcanza una altura de 3955 msnm.

Su actividad más reciente fue explosiva y estuvo caracterizada por la emisión de importantes volúmenes de flujos piroclásticos que taponaron el cauce del río Chingal. La probabilidad de una erupción en el futuro cercano de 50 años se desconoce, aunque su período de recurrencia parece ser de por lo menos 10 mil años.

La peligrosidad de este volcán respecto al SOTE radica en los lahares, los mismos que descenderían por el río Chingal hasta su desembocadura en el río Aguarico para continuar aguas abajo hasta pasar Lago Agrio.

#### **4.3.1.1.5.2. Volcán Reventador**

Está ubicado en el flanco oriental de la cordillera Real en las coordenadas  $0^{\circ}04'1''$  N y  $77^{\circ}40'36''$  W a 90 Km. al noreste de la ciudad de Quito. Alcanza una altura de 3562 msnm.

Desde 1541 se han contabilizado 26 erupciones, estando las últimas marcadas por la emisión de grandes flujos de lava. En la actualidad se halla en pleno proceso eruptivo, el cual está marcado principalmente por los flujos de lava que descienden ladera abajo.



Foto 11 Fotografía aérea de la caldera abierta hacia el este y el cono actual del volcán El Reventador ubicado en el extremo occidental de la caldera (Foto IGM, 11 julio 1983).

La peligrosidad de este volcán con respecto al SOTE radica en:

- Posibilidad mediana de que los flujos de lava lleguen al corredor de la tubería.

- De ocurrir una gran erupción, existe la posibilidad de que se produzcan lahares secundarios por todos sus drenajes (ríos Malo, Marker, San Carlos, Loco, Lariva, Walter y Reventador), hacia el río Quijos.

En sus drenajes norte y oeste hacia el río Dué, un evento de esta naturaleza afectaría de manera directa al oleoducto en el cruce del río Aguarico en el sector comprendido entre la Estación de Lumbaqui y la ciudad de Cascales.

- Posibilidad moderada de que flujos piroclásticos afecten a la tubería.

#### **4.3.1.1.5.3. Volcán Cayambe**

Está ubicado en el la cresta de la cordillera Real en las coordenadas 0°01'72" N y 77°59'13" W. Alcanza una altura de 5790 msnm. Está cubierto de alrededor de 22 Km<sup>2</sup> de glaciares cuyos principales drenajes, en el área bajo estudio, se dirigen hacia los ríos Quijos y Coca.

En los últimos 4.000 años ha tenido cerca de 23 erupciones importantes, las cuales están agrupadas en tres ciclos eruptivos: 700, 900 y 1000 años.



Foto 12 Vista del volcán Cayambe

La peligrosidad de este volcán con respecto al SOTE radica en la producción de lahares, los cuales serían generados por erupciones

explosivas con flujos piroclásticos, colapso de domos y/o avalancha volcánica.

Estos materiales descenderían por los cañones de los ríos Salado y Azuela para desembocar en el río Quijos hasta llegar hasta el río Coca, siendo el tramo comprendido entre el puente del río Salado y la población de El Reventador, el de alta peligrosidad.

#### **4.3.1.1.5.4. Volcán Sumaco**

Está ubicado en la región amazónica en las coordenadas 0°03'03" S y 77°37'05" W, a 20 Km. al sureste de Baeza. Alcanza una altura de 3828 msnm. Según los expertos se trata de un volcán que ha erupcionado hace poco tiempo (cientos de años).

La peligrosidad de este volcán con respecto al SOTE es considerada moderada y radica en la producción de lahares secundarios, los cuales serían generados por una combinación de caídas de cenizas considerables y lluvias fuertes en la cuenca del río Quijos, que afectarían el tramo comprendido entre Cuyuja y la población de El Reventador.

#### **4.3.1.1.5.5. Volcán Antisana**

Está ubicado sobre la cresta de la cordillera Real en las coordenadas 0°03' S y 78°08' W, a 50 Km. al sureste de Quito. Alcanza una altura de 5753 msnm. Según los expertos la última erupción se dio hace unos 450 a 700 años, siendo un volcán que produce una erupción notable cada 200 a 400 años.

La peligrosidad de este volcán con respecto al SOTE es considerada alta debido a los lahares que se generarían ante una erupción del mismo.



Foto 13 Vista del volcán Antisana

Los flujos de lodo afectarían el tramo del tubo a lo largo del río Quijos en donde por la topografía encañonada existente, éstos alcanzarían una altura de 100 m.

#### **4.3.1.1.6. Hidrogeología**

Desde el punto de vista hidrogeológico<sup>10</sup>, el área del proyecto presenta principalmente unidades de alta y mediana permeabilidad, las mismas que dependen del tramo en el cual se desarrolla el SOTE.

En los Mapas Nos. 3a y 3b se muestran las características hidrogeológicas del tramo bajo estudio.

##### **4.3.1.1.6.1. Unidades de alta permeabilidad**

Son las que componen las terrazas y depósitos aluviales de los ríos Quijos y Aguarico, en donde los acuíferos son superficiales y de extensión limitada y rendimiento aceptable. Normalmente son recargados por los ríos y los niveles piezométricos no superan los 5 metros de profundidad.



Foto 14 Depósitos aluviales en el río Quijos

#### **4.3.1.1.6.2. Unidades de mediana permeabilidad**

Son las que se hallan en los afloramientos de la formación Mera entre las poblaciones de Jambelí y Sevilla, donde existen pozos someros, en donde los acuíferos son locales y discontinuos y bajo rendimiento. Los niveles piezométricos no superan los 2 metros de profundidad.

#### **4.3.1.2. Aire**

##### **4.3.1.2.1. Calidad del Aire**

Para la caracterización ambiental<sup>11</sup> del área del proyecto se consideró como parámetros:

- Partículas en suspensión con diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micras (PM10).
- Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).
- Niveles de ruido.

Para el efecto se consideraron los resultados obtenidos en dos estaciones de monitoreo localizadas en Baeza y El Reventador.

##### **4.3.1.2.1.1. Partículas en suspensión**

Los resultados obtenidos de la concentración de partículas en suspensión (MP) en las dos estaciones antes señaladas son las mostradas en el siguiente cuadro:

**Cuadro No. 4**  
**Concentración de partículas en suspensión**

Estación	Muestra	Concentración mg/m <sup>3</sup>	
		Límite permisible *	Valor obtenido
Baeza	1	100	22
	2		13
	3		14
Reventador	1		9
	2		28
	3		7

\* Tabla 3, Anexo 6 RAOHE

Fuente: EIA OCP

Elaboración: Ing. Boroshilov Castro

Fecha: enero 2006

Como se observa, las concentraciones de partículas en suspensión se encuentran muy por debajo de lo establecido en la normativa.

#### 4.3.1.2.1.2. Dióxido de Azufre

Los resultados obtenidos de la concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en las dos estaciones antes señaladas son las mostradas en el siguiente cuadro:

**Cuadro No. 5**  
**Concentración de dióxido de azufre**

Estación	Muestra	Concentración mg/m <sup>3</sup>			
		Límite permisible *	Valor obtenido		
Baeza	1	460	56	68	39
	2		56	72	41
	3		58	71	48
Reventador	1		14	24	9
	2		7	9	5
	3		4	11	2

\* Tabla 3, Anexo 6 RAOHE

Fuente: EIA OCP

Elaboración: Ing. Boroshilov Castro

Fecha: enero 2006

Como se observa, las concentraciones de dióxido de azufre se encuentran muy por debajo de lo establecido en la normativa.

#### 4.3.1.2.2. Clima

Para la caracterización ambiental del área del proyecto se consideró la información de la estación de Baeza, que es la única localizada en el área de influencia del mismo que posee información completa<sup>12</sup>.

Sus características principales son las mostradas en el siguiente cuadro:

**Cuadro 6**  
**Estación meteorológica Baeza**

Latitud	Longitud	Altitud	Tipo	Entidad	Período	Región
00°37'34"	77°51'57"	1960	CP	INECEL	1974-93	Oriente

Fuente: Anuarios Meteorológicos INAMHI

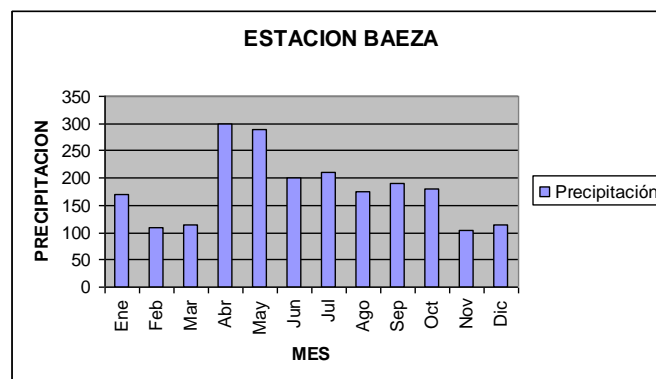
Elaboración: Ing. Boroshilov Castro

Fecha: enero 2006

El Mapa No. 4 muestra la climatología al interior del área del proyecto.

##### 4.3.1.2.2.1. Precipitación

En función de la información recabada, los histogramas elaborados para cada una de las estaciones antes señaladas, son los siguientes:



Si se integran los valores mensuales, la precipitación anual en Baeza llega a los 2160 mm.



#### 4.3.1.2.2.2. Temperatura

De la información recabada se establece que en Baeza la temperatura media anual es de 16,6° C, conforme con el siguiente detalle:

**Cuadro 7**  
**Temperatura media mensual**

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
Baeza	17,1	16,4	16,7	16,9	16,9	16,1	15,4	15,7	16,2	17,0	17,2	17,1	16,6

Fuente: Anuarios Meteorológicos INAMHI

Elaboración: Ing. Boroshilov Castro

Fecha: enero 2006

#### 4.3.1.2.2.3. Heliofanía

De la información recabada se establece que en Baeza la radiación solar media anual es del 22,6%, es decir menos de 1.000 horas de sol, conforme con el siguiente detalle:

**Cuadro 8**  
**Radiación Solar**

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
Baeza	20,0	17,2	15,7	18,4	23,1	21,3	22,2	27,3	28,4	29,4	28,2	22,5	22,6

Fuente: Anuarios Meteorológicos INAMHI

Elaboración: Ing. Boroshilov Castro

Fecha: enero 2006

#### 4.3.1.2.2.4. Velocidad del viento

De la información recabada se establece que en Baeza se presentan valores medios de velocidad del viento de 4,5 m/s, conforme con el siguiente detalle:

**Cuadro 9**  
**Velocidad del viento**

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
Baeza	4,2	4,6	3,8	3,8	4,5	4,4	4,1	3,8	4,1	5,6	5,7	5,6	4,5

Fuente: Anuarios Meteorológicos INAMHI

Elaboración: Ing. Boroshilov Castro

Fecha: enero 2006

#### 4.3.1.2.2.5. Nubosidad

De la información recabada se establece que en Baeza se presentan valores medios de nubosidad del 28,9%, conforme con el siguiente detalle:

**Cuadro 10**  
**Nubosidad**

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
Baeza	34,2	28,1	29,2	29,3	28,7	24,0	22,1	28,8	28,6	30,0	32,7	31,3	28,9

Fuente: Anuarios Meteorológicos INAMHI

Elaboración: Ing. Boroshilov Castro

Fecha: enero 2006

#### 4.3.1.2.2.6. Humedad relativa

De la información recabada se establece que en Baeza se presentan valores medios de humedad relativa del 87,7%, conforme con el siguiente detalle:

**Cuadro 11**  
**Humedad relativa**

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
Baeza	85,5	87,9	88,6	88,5	88,1	89,3	89,3	88,7	87,6	86,5	86,0	86,3	87,7

Fuente: Anuarios Meteorológicos INAMHI

Elaboración: Ing. Boroshilov Castro

Fecha: enero 2006

#### 4.3.1.3. Agua

##### 4.3.1.3.1. Calidad de Agua

##### 4.3.1.3.1.1. Características químicas

Considerando que la presente investigación está íntimamente relacionada con los derrames de petróleo, se tomaron en cuenta únicamente los resultados de TPH's<sup>13</sup>, los cuales se resumen en el siguiente cuadro:

**Cuadro 12**  
**Concentración de Hidrocarburos**

Sitio	Sitio	Valor máximo permisible (mg/l)	TPH (mg/l)
Río Aguarico	Lago Agrio	Ausencia	< 5
Río Cascales	Cascales		< 5
Río Sin nombre	Km. 65		< 5
Río Reventador	Km. 93		< 5
Río Malo	Km. 102		< 5
Río Salado	Km. 112		< 5
Río Oyacachi	Km. 134		< 5
Río Sardinias Grande	Km. 153		< 5
Río Quijos	Km. 157		< 5

Fuente: EsIA OCP

Fecha: Junio/05

Elaboración: Ing. Boroshilov Castro M.

Como se observa, las concentraciones de TPH's, cumplen con lo establecido con la normativa ambiental vigente, por lo que no existen evidencias objetivas de la influencia de los derrames de crudo sobre la calidad del agua de los ríos analizados, lo cual probablemente sea el producto de la efectividad de las medidas de remediación adoptadas y/o de la capacidad de recuperación que poseen a mediano plazo estos cursos de agua.

#### **4.3.1.3.1.2. Hidrología**

El SOTE, en el tramo bajo análisis atraviesa la cuenca Quijos/Coca/Napo<sup>14</sup>, la misma que tiene un área de 904 Km<sup>2</sup>, una altura media de 1.825 msnm, un perímetro de 142 Km. y un índice de compacidad de 1,33. El rumbo preferencial de los ríos de esta cuenca es oeste-orientado. A más de un sinnúmero de esteros y riachuelos que no disponen de nombre se han identificado los siguientes ríos: Aguarico; Conejo; Aguas Blancas Chico; Cascales; Laroyacu; Duvino; Pachachoa; Lumbaqui; Azuelo; Reventador; Montana, Marker; Piedra Fina; Loco; Malo; Salado; Santa Rosa; Oyacachi; Sardinias Grande; San José; Sardinias Chico; Parada Grande; Huagrayacu; y, Quijos.



Foto 15 Cruce del río Aguarico en el trayecto Lago Agrio – Lumbaqui

Según las estimaciones realizadas, los ríos mencionados presentan los siguientes caudales medios:

**Cuadro 13**  
**Caudales de los ríos del área del proyecto**

Río	Ubicación	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
Aguarico	Lago Agrio	850,0
Conejo	Santa Cecilia	1,5
Aguas Blancas Chico	Jambelí	0,1
Cascales	Cascales	118,8
Laroyacu	Km. 38	0,4
Duvino	Km. 41	2,1
Pachachoa	Km. 43	16,0
Lumbaqui	Km. 54	0,4
Azuelo	Km. 90	0,3
Reventador	Km. 93	0,4
Montana	Km. 95	1,2
Marker	Km. 96	0,9
Piedra Fina	Km. 98	0,5
Loco	Km. 101	0,4
Malo	Km. 102	6,2
Salado	Km. 112	117,5
Santa Rosa	Km. 131	8,4
Oyacachi	Km. 134	36,8
Sardinas Grande	Km. 142	14,6
San José	Borja	0,7
Sardinas Chico	Km. 148	2,8
Parada Grande	Km. 153	2,2
Huagrayacu	Km. 156	1,5
Quijos	Km. 157	19,5

Fuente: EsIA OCP

Fecha: Junio/05

Elaboración: Ing. Boroshilov Castro M.

Como se puede ver, el río Aguarico a la altura de Lago Agrio presenta un caudal de 850 m<sup>3</sup>/s en tanto que el Quijos, en las inmediaciones de Baeza, un caudal de 19,5 m<sup>3</sup>/s.



Foto 16 Vista del río Quijos en las inmediaciones de Baeza

Esta situación tiene íntima relación con la alta pluviosidad de la región amazónica, encontrándose en las cercanías del Reventador precipitaciones que van desde los 3.280 mm a los 6.130 mm anuales, las cuales generan eventuales crecidas en el río Quijos y sus afluentes.

En virtud de lo indicado, la aportación de caudales es muy elevada, alcanzando valores normales de  $50 \text{ l/s/Km}^2$ , los que frecuentemente pueden acercarse a los  $100 \text{ l/s/Km}^2$ . Los máximos valores se presentan entre junio y julio en tanto que los menores entre diciembre y enero.

A lo anotado, se debe adicionar el riesgo de deslizamientos o movimientos en masa provocados por las fuertes precipitaciones o probables sismos, con la consecuente presencia de niveles excepcionales de crecida y arrastre de gran cantidad de materiales, tal como ocurrió durante el terremoto de marzo de 1987 que provocó el represamiento del río Quijos a la altura del río Malo, en donde por efecto del rompimiento del dique formado, las aguas alcanzaron niveles extraordinarios, arrastrando grandes volúmenes de sedimentos y modificando su recorrido principalmente en las zonas de meandros.

Según los expertos, este evento hizo que el cauce se ensanchara y erosionara severamente, dándole al río la posibilidad de correr por varios

canales en determinadas secciones, lo que desde el punto de vista hidráulico resulta favorable ante la ocurrencia de una crecida extraordinaria, pues con la nueva configuración estaría en capacidad de soportar un evento de esta naturaleza sin causar efectos negativos.

#### **4.3.2. Medio biótico**

##### **4.3.2.1. Cobertura vegetal**

Como producto de la colonización y deforestación, el área bajo estudio se encuentra muy alterada. Los bosques naturales se han convertido en áreas de cultivos comerciales, de subsistencia y zonas de pastizales, lo que ha provocado la desaparición y fragmentación de áreas boscosas continuas y por ende la pérdida del hábitat de especies de flora silvestre<sup>15</sup>.

En las tierras bajas, en una franja de aproximadamente 2 Km., la deforestación prácticamente ha sido total por lo que ya no es posible observar remanentes de bosque natural, el mismo que únicamente es visible en las estribaciones orientales de los Andes.

##### **4.3.2.1.1. Tramo Lago Agrio – Reventador**

Corresponde al tramo ubicado entre los kilómetros 0 y 90 del SOTE. Desde su construcción, la vegetación primaria ha sido deforestada y reemplazada por cultivos de cacao, café, frute pan, guabas, guayaba, maíz, mango, naranjilla, naranja, papaya, plátano y yuca así como pastizales.

No obstante, es posible observar relictos de bosque primario o pequeñas manchas de bosque secundario que sirven para dar sombra a los animales. El bosque secundario es producto de un proceso de regeneración natural.

Según el EslA del OCP, en este tramo se observan las siguientes especies: *Cordia alliodora*, *Brunfelsia grandiflora*, *Astrocaryum chambira*, *Oenocarpus bataua*, *Cabreala canjerana*, *Ochroma pyramidale*, *Bactris gasipaes*, *Mauritia flexuosa*, *Schizolobium parahybum*, *Senna bacillaris*, *Banara guianensis*, *Miconia canescens*, *Cecropia sp*, y en el estrato inferior *Heliconia rostrata*, *Carludovica palmata*, *Sobralia rosea* y *Cyclanthus sp*.

En lo que a especies herbáceas se refiere se reporta la existencia especies de las familias *Poaceae* y *Cyperaceae* como *Axonopus scoparius*, *Pennisetum purpurascens*, *Paspalum virgatum*, *Andropogon bicornis*, *Cyperus luzulae*, *Cyperus odoratus*, *Rhynchospora corymbosa* y una especie de helecho del género *Pityrogramma*.

Entre Lumbaqui y el Reventador se observa que los sitios con colinas no muy fuertes y junto a los ríos, donde el suelo superficial es relativamente profundo y fértil, son aprovechados para el desarrollo de cultivos mixtos de naranjilla y naranja, los cuales sirven de sustento para la población.

En el ascenso al Reventador y debido a las características propias de la zona con sitios colinados y pendientes fuertes, se distingue que el bosque ha sido poco alterado encontrándose aún grandes parches de vegetación primaria. La mayor parte de sitios deforestados han sido convertidos en pastizales y cultivos mixtos.

En estos sitios se encuentran relictos de vegetación primaria y manchas de bosque secundario formados exclusivamente por *Vismia baccifera*, *Ochroma piramydale*, *Gynerium sagitatum*, *Croton lechleri*, *Pollalesta discolor*, *Terminalia amazonia*, *Cecropia sp*.

En los sitios que han sufrido deslizamientos de tierra y especialmente en los ríos o bancos de arena es fácil distinguir una especie arbórea típica de esta clase de suelo como es *Tessaria integrifolia*.

En los sitios altos como en la zona del Reventador, se puede observar sobre los potreros la presencia de vegetación primaria entremezclada con vegetación secundaria, las cuales no están mayormente intervenidas por la dificultad de acceso a estos sitios. Uno de los pocos remanentes pequeños del bosque natural se observa a un costado de la vía en el río Azuela.

En los bosques de estos sitios los árboles del dosel son predominantes especies como *Vismia baccifera*, *Guarea guidonia*, *Alchornea glandulosa*, *Hedyosmum cuatrecazanum*, *Miconia floribunda*, *Viburnum hallii*, y *Persea bullata*. En el subdosel se encuentran especies como *Cyathea caracasana*, *Palicourea condensata*, *Miconia clathrantha*, *Trichilia pallida*, *Myrsine coriacea* y *Clusia lineata*. En los árboles se pueden observar gran cantidad de lianas y epifitas lo cual se debe en gran parte a que estos sitios normalmente se encuentran con abundantes lluvias y neblina.

#### **4.3.2.1.2. Tramo Reventador-Baeza**

Corresponde al tramo ubicado entre los kilómetros 91 y 167 del SOTE. El SOTE atraviesa la Zona de Vida Bosque Muy Húmedo Pre-Montano.

Un extremo de la Reserva Ecológica Cayambe – Coca, RECA, es atravesada en el Km. 90 del Oleoducto, siendo el único sitio en donde es posible observar bosque primario.

No obstante, a lo largo de la carretera y ruta por donde pasa el oleoducto, la vegetación natural ha sido reemplazada por pasto de “gramalote” (*Axonopus scoparius*). Esto ha permitido el desarrollo de la ganadería,



actividad que se ha convertido en una de las fuentes de mayor ingreso económico para la población.

Continuando por la ruta en el sector de Las Palmas se observa un remanente boscoso en proceso de explotación hallándose especies como *Croton sampatik*, *Hedyosmum goudotianum*, *Myrsine coriaceae*, *Heliocarpus americanus* y *Roupala sp.*

En los sitios rocosos y especialmente en los sitios que se han talado se puede observar la presencia de una de las especies típicas de esta clase de suelo como es *Tessaria integrifolia*. En los sitios deforestados la vegetación está dominada por árboles y arbustos de regeneración natural observándose principalmente *Vismia baccifera*, *Pollalesta discolor*, *Ochroma pyramidale*, *Ficus sp.* y *Cecropia sp.* En el sotobosque se encuentran especies de los géneros *Gunnera sp.*, *Calathea sp.* Entre las especies de enredaderas encontradas se tiene una de colores muy llamativos como *Mucuna rostrata* especie polinizada por murciélagos. Entre la población de Santa Rosa hasta Baeza es común observar rodales de “bambú” *Bambusa angustifolia* entremezclados con los pastizales.

#### **4.3.2.2. Fauna**

Para la caracterización de la fauna y en virtud de sus particularidades, se consideraron dos tramos<sup>16</sup>.

##### **4.3.2.2.1. Tramo Lago Agrio – El Reventador**

###### **4.3.2.2.1.1. Mamíferos**

En este tramo se han registrado 33 especies, de las cuales la mayor parte habitan en los pocos remanentes de bosque. Este valor representa el

20% de las registradas en el piso tropical y el 9,8% de las presentes en el país, lo que demuestra que la fauna de mamíferos es relativamente pobre.

Como especies comunes se puede señalar las raposas o zorras grandes (*Didelphis marsupialis*), las raposas chicas, unas pocas especies de murciélagos entre los que sobresalen los géneros: *Artibeus*, *Carollia*, *Molossus* y *Desmodus*, las ardillas chicas y las cafés (*Microsciurus flaviventer* y *Sciurus granatensis*), los conejos (*Sylvilagus brasiliensis*), las guantas (*Agouti paca*), las guatusas (*Dasyprocta fuliginosa*) y las ratas espinosas (*Proechimys semispinosus*).

Como mamíferos poco comunes se puede indicar los osos hormigueros, los armadillos, los monos nocturnos, los murciélagos de charreteras (*Sturnira lilium*), y el murciélago insectívoro (*Myotis nigricans*). Entre los monos, se puede señalar el mico (*Cebus albifrons*) y el barizo (*Saimiri sciureus*).

Por información se pudo conocer la existencia del mono aullador en un remanente de bosque natural cercano al recinto Simón Bolívar a unos 600 m de la tubería del SOTE, la misma que es considerada una especie rara.

Como animales introducidos se puede indicar: vacas, cerdos, cabras, caballos, asnos, ratas negras (*Rattus rattus*) y el ratón (*Mus musculus*).

#### **4.3.2.2.1.2. Aves**

En este tramo se encontraron 137 especies de aves, pertenecientes a 33 familias. De éstas, 103 (75,14%) fueron registradas en las inmediaciones del Reventador, lo que habla de la importancia de los bosques de esta zona.

Las especies más abundantes son propias de áreas alteradas. Dentro de éstas se puede señalar: gallinazo negro *Coragyps atratus*; garrapatero *Crotophaga ani*; pecho amarillo “azota gavián” *Tyrannus melancholicus*; el chochín criollo *Troglodytes aedon*; y, el “cucupaccho” *Psarocolius angustifrons*.

#### **4.3.2.2.1.3. Anfibios y Reptiles**

La actividad antrópica junto al SOTE ha hecho que la diversidad de estas especies sea baja, tal como lo demuestran los resultados de la caracterización en donde se registraron 21 especies: 6 anfibios y 15 reptiles.

Los anfibios estuvieron conformados por especies de la familia: Bufonidae, Hylidae, Dendrobatidae y Leptodactylidae en tanto que los reptiles por saurios de las familias: Polychrotidae, Amphisbaenidae, Gekkonidae y las serpientes de las familias: Boidae, Colubridae, Elapidae y Viperidae.

Dentro de las especies comunes a lo largo del tramo se tiene los anfibios: *Bufo marinus* y *Scinax rubra*. La presencia de reptiles es ocasional.

#### **4.3.2.2.1.4. Entomología**

En este tramo que se constituye en un hábitat de baja diversidad y alta densidad, se identificaron 20 especies constituidas por grupos oportunistas y colonizadores como: las langostas y los grillos (Orden Orthoptera), chicharras y saltadores de hojas (Orden Homoptera).

Con respecto al grupo indicador Orden Coleoptera, es posible hallar alrededor de 25 grupos de escarabajos entre los que se puede señalar:

los defoliadores (Familia Chrysomelidae) y los gorgojos (Familia Curculionidae).

#### **4.3.2.2.2. Tramo El Reventador - Baeza**

##### **4.3.2.2.2.1. Mamíferos**

En este tramo se han registrado 9 órdenes y 47 especies, las mismas que corresponden al 15 % del total encontrado en el territorio ecuatoriano. Como especies comunes se puede indicar algunos murciélagos (*Anoura geoffroyi*, *Artibeus lituratus*, *Sturnira ludovici*, *S.glaucus* *S. bidens*, *S. erythromos* y *Desmodus rotundus*) y llamas (*Lama glama*), estas últimas en el sector del Reventador.

##### **4.3.2.2.2.2. Aves**

En este tramo se encontraron 73 especies de aves, pertenecientes a 20 familias.

Las especies más abundantes corresponden a dos propias de áreas abiertas tales como las golondrinas (*Notiochelidon cyanoleuca*) y los gorriones (*Zonotrichia capensis*), y una especie de atrapamoscas (*Sayornis nigricans*), que se encuentra sobre las rocas, principalmente en los riachuelos afluentes del río Quijos.

##### **4.3.2.2.2.3. Anfibios y Reptiles**

La diversidad de estas especies es baja, tal como lo demuestran los resultados de la caracterización donde se registraron 15 especies: 12 anfibios y 3 reptiles.

Los anfibios estuvieron conformados por especies de las familias: Bufonidae, Hylidae y Leptodactylidae en tanto que los reptiles por el grupo de los saurios de la familia Polychrotidae.

Dentro de las especies comunes a lo largo del tramo se tiene los anfibios: *Bufo marinus*, *Scinax rubra*. La presencia de reptiles es esporádica.

El anfibio más abundante en los bosques del río Azuela, fue *Eleutherodactylus quaquaversus*; en tanto que el *Eleutherodactylus prolatus*, *Eleutherodactylus conspicillatus* y *Cochranella cochranae*, fueron raros entre los Bufónidos. El *Bufo typhonius* fue poco común y la única especie de Hílido registrada (*Osteocephalus verruciger*) fue una especie común.

En lo referente a los reptiles, las lagartijas del género *Anolis* (*A. fitchi*) fueron poco comunes. No obstante, es posible que su población mantenga estabilidad.

Finalmente, en los bosques cercanos al volcán El Reventador el microtejido *Alopoglossus atriventris* fue raro, al igual que lo que sucede con la serpiente *Dipsas indica ecuadorensis* en el camino hacia la cascada de San Rafael.

#### **4.3.2.2.4. Entomología**

En este tramo se registraron 13 órdenes de invertebrados. Los más representativos son los escarabajos (orden Coleóptera), mariposas (orden Lepidóptera), avispas, abejas y hormigas (orden Hymenóptera), mosquitos (orden Díptera), chicharras (orden Homóptera).

Del orden Coleóptera se registraron 462 individuos, que representan a 23 familias donde: 5 familias son Dominantes: Chrysomelidae, Curculionidae,

Scarabaeidae, Staphylinidae y Carabidae; 2 familias son Abundantes: Cantharidae y Ptylodactilidae; 4 familias son Comunes: Elateridae, Salpingidae, Hydrophilidae y Tenebrionidae; y 12 familias son Raras.

Las 23 familias del orden Coleóptera (escarabajos) representan el 31,3% del número total de familias que las áreas naturales, en condiciones óptimas de conservación, podrían albergar en el tramo bajo estudio.

Cabe señalar que la diversidad entomofaunística es baja, toda vez que alrededor del 70 % de los grupos han desaparecido.

En áreas boscosas es posible encontrar langostas y grillos (orden Orthóptera), las chicharras (orden Homóptera) y los escarabajos (orden Coleóptera). Dentro del orden Coleóptera los grupos Dominantes son: los escarabajos defoliadores (familia Chrysomelidae) y los gorgojos (familia Curculionidae), los cuales se constituyen en especies muy resistentes a factores restringidos de medios intervenidos.

#### **4.3.3. Medio Socioeconómico**

Para la caracterización socioeconómica se ha tomado como área de estudio una franja de 2 Km. de ancho (1Km a cada lado del eje de la tubería).

##### **4.3.3.1. Población**

Conforme con los resultados de los censos realizados por el INEC<sup>17</sup> y recogidos por el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, SIISE<sup>18</sup>, los cantones cuyas parroquias tienen jurisdicción sobre el SOTE presentan el siguiente comportamiento en relación al crecimiento poblacional:

**Cuadro 14**  
**Crecimiento poblacional**

PARROQUIA	POBLACION		TASA DE CRECIMIENTO
	1990	2001	%
<b>PROVINCIA DE SUCUMBIOS</b>			
<b>Cantón Lago Agrio</b>			
Nueva Loja	33.123	39.924	1,71
Santa Cecilia	3.239	3.759	-1,34
Jambelí	3.130	2.324	2,74
<b>Cantón Cascales</b>			
Sevilla	5.787	2.385	8,39
Cascales	9.648	4.602	6,96
<b>Cantón Gonzalo Pizarro</b>			
Lumbaqui	2.871	2.763	0,35
Gonzalo Pizarro	1.808	2.278	-2,08
El Reventador	1.982	1.125	5,28
<b>PROVINCIA DE EL NAPO</b>			
<b>Cantón El Chaco</b>			
Gonzalo Díaz de Pineda	612	385	4,30
Santa Rosa	1.425	1.048	2,83
El Chaco	3.426	3.505	-0,21
Sardinas	539	487	0,93
<b>Cantón Quijos</b>			
Borja	2.489	1.842	2,77
Baeza	1.828	1.667	0,84

**Fuente:** Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, 2004.

**Elaboración:** ing. Boroshilov Castro M.

**Fecha:** Julio 2005

Ahora bien, si se toma en cuenta las tasas de crecimiento calculadas, la población actual (año 2006) en cada una de las parroquias sería la presentada en el siguiente cuadro<sup>19</sup>:

**Cuadro 15**  
**Población proyectada**

PARROQUIA	POBLACION
	2006
<b>PROVINCIA DE SUCUMBIOS</b>	
<b>Cantón Lago Agrio</b>	
Nueva Loja	42.729
Santa Cecilia	3.068
Jambelí	3.488
<b>Cantón Cascales</b>	
Sevilla	7.988
Cascales	12.628
<b>Cantón Gonzalo Pizarro</b>	
Lumbaqui	2.911
Gonzalo Pizarro	1.662
El Reventador	2.435
<b>PROVINCIA DE EL NAPO</b>	
<b>Cantón El Chaco</b>	
Gonzalo Díaz de Pineda	724
Santa Rosa	1.593
El Chaco	3.398
Sardinas	559
<b>Cantón Quijos</b>	
Borja	2.777
Baeza	1.890
<b>TOTAL</b>	<b>87.853</b>

Fuente: Cuadro 14

Elaboración: Ing. Boroshilov Castro M.

Fecha: Julio 2005

Como se observa en el cuadro anterior, la población que se halla dentro del área de influencia del SOTE alcanza los 87.853 habitantes, de los cuales el 48,6% (42.729 habitantes) corresponden a Nueva Loja y el 51,4% al resto de parroquias.

Este comportamiento tiene su razón de ser en el hecho de que Nueva Loja se constituye en el principal centro económico y político de los diferentes conglomerados localizados en la cuenca del río Aguarico, en el que se hallan Santa Cecilia, Jambelí, Cascales, Sevilla, Lumbaqui y Gonzalo Pizarro, además de ser la zona de mayor crecimiento y dinamismo de la amazonía ecuatoriana, principalmente porque se constituye en el punto de intercambio sociocultural con el Departamento del Putumayo en Colombia y porque en su jurisdicción se concentran las principales facilidades de la actividad petrolera.



Por su parte, la ciudad de Baeza que no ha tenido un crecimiento significativo, se convierte en el principal centro político-administrativo para la población de Borja, la cual si presenta un crecimiento poblacional significativo.

#### **4.3.3.2. Condiciones de Vida**

El término condiciones de vida se refiere a la disponibilidad de infraestructura social, a la forma en que se prestan estos servicios y a la satisfacción de las necesidades básicas por parte de la población. Se expresa en el Índice de Desarrollo Social, el cual tiene una valoración de 1 a 100, siendo los valores más altos los que indican mejores condiciones de vida<sup>20</sup>.

Dicho índice involucra las variables que en el campo de la educación, salud, e infraestructura describen la problemática social.

- En lo educativo se consideran variables como alfabetismo, años de escolaridad, acceso a la instrucción superior, y las tasas netas de asistencia a la primaria, secundaria, y superior.
- En la salud se consideran variables como mortalidad infantil, desnutrición crónica, hogares con saneamiento, personal de salud, y viviendas con agua potable.
- En la infraestructura se consideran variables como el acceso a agua potable, disponibilidad de alcantarillado y servicio de recolección de basura por carro recolector.
- En la vivienda se consideran variables como agua potable, alcantarillado, recolección de basura, electricidad, paredes adecuadas, piso adecuado, servicio higiénico exclusivo y no hacinamiento.

Para el área objeto del presente estudio, los indicadores sociales son los mostrados en el Cuadro 16.

Como se observa en dicho cuadro, apenas el 49,99% de la población tiene satisfechas sus necesidades básicas en tanto que el 50,01% restante no, lo que significa que la mitad de la población cubre sus requerimientos básicos de educación, salud y vivienda.

Las parroquias que se constituyen en cabeceras cantonales presentan índices de desarrollo social relativamente mayores que el resto de parroquias. No obstante, se encuentran por debajo del promedio del sector urbano de la región amazónica que es del 62,8%.

En cuanto a los índices de las parroquias rurales, en algunos casos superan y en otros son inferiores que el promedio del sector rural de la región amazónica que se encuentra en 46,5%.

Por otro lado, un menor desarrollo se puede observar en las parroquias de la provincia de Sucumbíos, a diferencia de lo que sucede en las parroquias del cantón Quijos, donde se aprecia todo lo contrario.

Si se analiza el desarrollo educativo, el desarrollo en salud, el desarrollo en infraestructura y el desarrollo en vivienda, éstos ni siquiera llegan al 50% de la población, lo cual se refleja en el porcentaje de necesidades básicas insatisfechas y el índice de desarrollo social.

**Cuadro 16**  
**Indicadores Sociales**

<b>Parroquia</b>	<b>Desarrollo Social</b>	<b>Necesidades Básicas Insatisfechas</b>	<b>Desarrollo Educativo</b>	<b>Desarrollo en Salud</b>	<b>Desarrollo en Infraestructura</b>	<b>Desarrollo en Vivienda</b>
<b>Nueva Loja</b>	<b>51,66</b>	<b>48,34</b>	<b>52,10</b>	<b>49,91</b>	<b>48,52</b>	<b>50,62</b>
<b>Jambelí</b>	<b>46,77</b>	<b>53,23</b>	<b>48,94</b>	<b>46,01</b>	<b>42,75</b>	<b>43,25</b>
<b>Santa Cecilia</b>	<b>47,22</b>	<b>52,78</b>	<b>47,01</b>	<b>47,84</b>	<b>45,87</b>	<b>43,72</b>
<b>Sevilla</b>	<b>48,05</b>	<b>51,95</b>	<b>47,98</b>	<b>48,26</b>	<b>42,80</b>	<b>43,99</b>
<b>Cascales</b>	<b>48,93</b>	<b>51,07</b>	<b>47,42</b>	<b>50,54</b>	<b>45,16</b>	<b>44,57</b>
<b>Lumbaqui</b>	<b>51,19</b>	<b>48,81</b>	<b>50,87</b>	<b>48,07</b>	<b>48,58</b>	<b>49,13</b>
<b>Gonzalo Pizarro</b>	<b>45,34</b>	<b>54,66</b>	<b>44,23</b>	<b>45,28</b>	<b>43,85</b>	<b>42,68</b>
<b>El Reventador</b>	<b>49,37</b>	<b>50,63</b>	<b>50,27</b>	<b>46,39</b>	<b>45,14</b>	<b>45,71</b>
<b>Gonzalo Díaz de Pineda</b>	<b>46,74</b>	<b>53,26</b>	<b>46,35</b>	<b>44,88</b>	<b>42,93</b>	<b>42,29</b>
<b>Santa Rosa de Quijos</b>	<b>48,66</b>	<b>51,35</b>	<b>46,89</b>	<b>47,78</b>	<b>47,47</b>	<b>47,80</b>
<b>El Chaco</b>	<b>54,77</b>	<b>45,23</b>	<b>51,98</b>	<b>53,02</b>	<b>55,37</b>	<b>53,56</b>
<b>Sardinas</b>	<b>47,69</b>	<b>52,31</b>	<b>47,22</b>	<b>46,42</b>	<b>43,47</b>	<b>46,54</b>
<b>San Francisco de Borja</b>	<b>55,35</b>	<b>44,65</b>	<b>54,34</b>	<b>51,39</b>	<b>53,48</b>	<b>53,92</b>
<b>Baeza</b>	<b>58,07</b>	<b>41,94</b>	<b>55,62</b>	<b>56,30</b>	<b>59,84</b>	<b>57,24</b>
<b>Tramo</b>	<b>49,99</b>	<b>50,01</b>	<b>49,37</b>	<b>48,72</b>	<b>47,52</b>	<b>47,50</b>

**Fuente:** Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, 2000 y 2005.

**Elaboración:** Ing. Boroshilov Castro M.

**Fecha:** Julio 2005

#### **4.3.3.3. Aspectos de salud relacionados con la explotación petrolera**

Según el documento denominado “Cáncer en la Amazonía del Ecuador (1985 – 1998)”, elaborado por Anna-Karin Hurtig y Miguel San Sebastián<sup>21</sup>, se establece que las poblaciones que viven en cantones con explotación petrolera tienen mayor riesgo de padecer cáncer que las poblaciones que viven en cantones donde no existe dicha explotación. Según la publicación, el riesgo es significativamente elevado para los cánceres de estómago, recto, melanoma, tejido conectivo, y el de riñón, en los hombres y del cuello del útero y ganglios linfáticos en las mujeres. Se establece además que en la población menor de 10 años, el riesgo de padecer leucemia es superior en lo cantones con explotación petrolera.

El estudio fue realizado en cuatro provincias del Oriente: Napo, Francisco de Orellana, Sucumbíos y Pastaza, donde existe una población aproximada de 280.000 habitantes, entre indígenas nativos y colonos.

El estudio mencionado utilizó el Registro Nacional de Tumores (RNT) de Quito como la principal fuente de información y de recolección estadística. El RNT recoge todos los nuevos casos de cáncer de pacientes cuyo lugar de residencia habitual es Quito. En la Amazonía no existe un registro de tumores, por lo que los pacientes con sospecha de cáncer tienen que ser referidos hasta Quito. Entre 1985 y 1998 el RNT registró 985 casos de cáncer provenientes de las provincias de Sucumbíos, Orellana, Napo y Pastaza.

En el estudio se hizo una separación entre la población expuesta a las actividades petroleras, y la no expuesta. Se definió como población expuesta a aquella que habita en un cantón donde ha habido explotación petrolera durante un mínimo de 20 años. Por otra parte, se definió a la población no expuesta como aquellos cantones donde no ha habido

explotación petrolera. En total se tomaron en cuenta cuatro cantones expuestos y 13 cantones no expuestos.

El análisis estadístico se hizo en base a cálculos de tasas de incidencia combinada y específica de cada sitio específico. Otras tasas calculadas fueron las tasas crudas, específicas por edad, tasas truncadas y estandarizadas. Se calcularon los riesgos relativos (RR) de contraer cáncer, con un intervalo de confianza de 95% para hombres y mujeres.

Los autores establecen la relación entre la contaminación causada por el petróleo y un aparente incremento en la morbilidad y mortalidad por cáncer en las poblaciones donde existe explotación petrolera.

Al igual que en otros estudios, los problemas que se han identificado obedecen a un conjunto de factores no diferenciados en los que se mezclan la colonización, la actividad petrolera, etc. Hay pocos estudios sobre los efectos del petróleo y su exploración, entre los trabajadores.

El Doctor Jack Semiatycki, en sus comentarios al artículo presentado por Anna-Karin Hurtig y San Sebastián, en el "International Journal of Epidemiology", menciona que aunque algunos estudios han sugerido la asociación entre cáncer y petróleo, pero otros no lo han podido comprobar.

También se establece que en las provincias de Sucumbíos, Orellana, Napo y Pastaza se registran anualmente 27.9 casos de cáncer para hombres y 42.4 para mujeres. Sin embargo, como los mismos autores lo reconocen, las cifras son menores a las de Quito, por lo que habría que identificar otros factores de riesgo. La mayoría de los casos de cáncer son diagnosticados por análisis de tejidos (hispatología) y por pruebas hematológicas.

De igual manera, se menciona que se ha identificado un incremento en el número de tumores, sin embargo, los autores no exponen de manera exclusiva al petróleo como la única causa de este incremento, sino que también reconocen limitaciones metodológicas del estudio, como posibles errores estadísticos o de recaudación y registro de datos. Los autores también mencionan el hecho de que el acceso de la población a la salud ha mejorado, por lo tanto el registro de la incidencia de las diferentes enfermedades se ha incrementado, aunque no necesariamente sea un incremento sino la realidad epidemiológica de las zonas donde se realizó la investigación.

En el mismo estudio se intenta establecer una asociación entre el cáncer ginecológico y la exposición de las mujeres a la contaminación por petróleo, en aquellos cantones donde existe explotación petrolera.

Entre las observaciones más importantes que Hurtig y San Sebastián hacen en su estudio se encuentran:

- En los países en vías de desarrollo el cáncer de seno y cuello del útero son los más comunes, esto es irónico ya que son los más fáciles de detectar; la causalidad debida a la falta de acceso a programas de prevención y tratamientos adecuados.
- El 80% de los nuevos casos de cáncer de cuello del útero en el mundo serán en países en vías de desarrollo.
- Es alarmante que Quito se encuentre en el noveno puesto de los 50 países con mayor incidencia de cáncer.
- De acuerdo al RNT, durante el período 1985 – 1998, el 60,3% de los casos de cáncer fueron diagnosticados en mujeres, de los cuales 56.9% fueron ginecológicos.

La proporción de cáncer ginecológicos, en cuanto a su incidencia ya estandarizada, para la edad son de 21.58% para cuello de útero invasivo, 8.26% para cuello de útero in situ y 5.08% para seno.

El cáncer in situ de cuello de útero es más frecuente en mujeres con nivel de educación mayor. Existe una asociación entre las condiciones socio-económicas y el cáncer del cuello de útero. Las mujeres con educación primaria o menor tuvieron una incidencia de cáncer casi dos veces superior con respecto a las mujeres que tenían educación secundaria o superior; las mujeres que eran analfabetas tuvieron una incidencia casi seis veces mayor que las mujeres universitarias.

No obstante lo hasta ahora señalado y debido a la naturaleza del tema, se ha considerado importante tomar en cuenta algunos ejemplos de otros estudios donde se presentan resultados y conclusiones diferentes:

- Wong O. et al. realizaron un metanálisis donde se estudiaron 350.000 trabajadores del área petrolera. Como resultados obtuvieron que: (i) no hubo incremento del cáncer del aparato gastro-intestinal, (ii) no hubo incremento del cáncer de pulmón, vejiga, riñón o cerebro, (iii) existió un incremento de melanoma en grupos pequeños, del estudio, en los cuales no se pudo identificar el agente causal y (iv) los casos de cáncer de próstata que se detectaron son iguales a los de la población en general.
- Sharon Cooper condujo un metanálisis de 10 estudios, desde 1937 hasta 1991, en el cual se estudió a 92.138 trabajadores del área petrolera. Se revisaron los 20 tipos más comunes de cáncer, los cuales presentaron una incidencia 12% menor, en relación a la población general.

- Lewis R.J. et al., cita en su publicación los resultados de un estudio, conducido desde 1964 hasta 1994, en una población de 25.292 empleados de una compañía petrolera canadiense. En este estudio se realizaron mediciones de niveles de solventes de hidrocarburos, lubricantes, petróleo crudo y sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S). (i) Se evidenció 4 casos de cáncer de vesícula, de ellos ninguno trabajaba en la misma área; (ii) se identificó un posible incremento en la incidencia de mesotelioma, un tumor del aparato respiratorio que afecta a la pleura y que se ha asociado a la presencia de asbesto; (iii) se recomendó que se realizara una nueva investigación para confirmar éste dato, ya que no se midió la exposición al asbesto.
- The University of Iowa Health Care analizó varios estudios y pacientes, llegando a la conclusión de que los factores de riesgo para cáncer de riñón están relacionados con el género de las personas, consumo de cigarrillo, exposición a asbestos, cadmio y a químicos.

En función de lo anotado, se establece que es un problema que el RNT no tome en cuenta la diferencia étnica de los pacientes sobre todo en un país pluriétnico y pluriracial. Esto es preocupante ya que diferentes estudios demuestran mayor incidencia de ciertos tipos de cáncer dependiendo de la raza del paciente.

El estudio realizado por Hurtig y San Sebastián es el primero que se realiza hasta la fecha de su culminación, por lo tanto crea muchas hipótesis y queda mucho camino por recorrer. No existe evidencia clara que demuestre que el petróleo o sus derivados sean una causa directa de riesgo de cáncer.

Hasta el momento todos los estudios realizados solo logran generar hipótesis sin que se presenten datos estadísticos claros y sin sesgos.



#### **4.3.3.4. Uso del Suelo**

La política impuesta por el IERAC incentivó a los colonos a transformar los bosques y suelos en áreas agrícolas y pastizales, las mismas que se han constituido en prácticas productivas poco sustentables.

No obstante, y conforme se desprende del EsIA del OCP, el 61% de las viviendas con terreno se dedican exclusivamente a labores agrícolas relacionadas principalmente con la siembra de café y naranjilla, que se constituyen en los productos de mayor comercialización.

Un 18% destina sus tierras a actividades agrícolas y pecuarias en tanto que un 9% a la siembra de pastizales para la crianza de ganado vacuno para la producción de leche.

Finalmente existe un grupo minoritario que ha destinado el suelo a otras actividades como la piscicultura y al cultivo de productos como el tomate de árbol y hortalizas mediante invernaderos.

Por lo anotado, se puede establecer que casi la totalidad del área de influencia directa del proyecto se halla intervenida, quedando muy pocos remanentes de bosque.

En los Mapas Nos. 6a y 6b se muestra el Uso del Suelo a lo largo del área bajo estudio.

#### **4.3.3.5. Conflictos de Uso de Suelo**

Los conflictos en el uso del suelo están asociados principalmente con el crecimiento acelerado y desordenado de las poblaciones urbanas y comunidades por donde atraviesa la tubería.

En las áreas urbanas es donde más se evidencia dicha conflictividad, toda vez que el irrespeto al derecho de vía del SOTE ha hecho que dentro de éste se desarrollen zonas pobladas.

Otro inconveniente es la barrera física que éste ha creado en un sinnúmero de predios, llegando a dificultar las faenas agropecuarias y fraccionando las propiedades. En otros casos el tubo forma parte del lindero de las viviendas lo que ha generado conflictos en la circulación peatonal y en otras labores asociadas.

En los Mapas Nos. 7a y 7b se muestra el conflicto de uso del suelo en el área de influencia del proyecto.

#### **4.3.3.6. Características de los asentamientos poblacionales**

El tramo bajo estudio se caracteriza por sus paisajes predominantemente cultivados, donde la densidad poblacional y ocupacional e integración económica son bajas y el grado de pobreza y marginalidad, altos.



Foto 17 Venta de quesos en el sector de El Chaco

Independientemente de la actividad petrolera, la economía gira en torno a las siguientes actividades:

- Nueva Loja: comercio y prestación de servicios.

- Nueva Loja - Gonzalo Pizarro: agricultura.
- El Reventador - Baeza: ganadería de leche y procesamiento de lácteos, con pequeñas plantas localizadas en El Chaco, Borja y Baeza.

#### **4.3.3.7. Características Económicas**

Según los datos del último censo, la Población Económicamente Activa, PEA, se encuentra en el 98%.

Analizando por categorías de ocupación, el mayor porcentaje (14%), son trabajadores por cuenta propia, es decir aquellos que trabajan su propia tierra u operan sus propios negocios sin ocupar mano de obra asalariada, pero que generalmente son apoyados por familiares o trabajadores que no reciben remuneración.

Este grupo representa el 34.6% de la PEA ocupada, dentro de la cual el 34.32% son asalariados e incluyen jornaleros de los sectores público y privado. No obstante los patronos o socios activos apenas representan el 8,2%.

#### **4.3.3.8. Red vial y transporte**

La red vial la conforma un eje principal que es la vía Lago Agrio – Quito que atraviesa por todas las poblaciones asentadas al interior del área de influencia directa. Esta carretera pavimentada en casi su totalidad sigue la ruta del SOTE.

A partir de este eje, los municipios de Lago Agrio, Cascales, Gonzalo Pizarro y Quijos, así como los Consejos Provinciales de Sucumbíos y Napo, han construido caminos vecinales que lo conectan a la segunda y demás líneas de colonización.



Foto 18 Vista de un tramo de la carretera Quito-Lago Agrio

En lo que corresponde al transporte, éste se brinda a través de dicha vía, la misma que es utilizada por todas las cooperativas de transportes de servicio interprovincial e intercantonal que mantienen frecuencias permanentes entre Quito y Lago Agrio y las poblaciones intermedias.

#### **4.3.3.9. Actividades Productivas**

Al interior del área bajo estudio las principales actividades productivas son las que se señalan en los siguientes numerales.

##### **4.3.3.9.1. Agricultura y ganadería**

Son las actividades de mayor preponderancia dentro del área bajo estudio, por lo que se constituyen en las que mayor cantidad de mano de obra demandan.

De los resultados obtenidos en la investigación socioambiental realizada durante la ejecución del EsIA del OCP se establece que el 42% de las viviendas poseen tierras para trabajar, las cuales se destinan principalmente a actividades agropecuarias.

En el tramo Lago Agrio – Lumbaqui, los principales cultivos destinados a la comercialización son: el maíz; el café; y, la naranjilla.

En el tramo El Reventador - Baeza las actividades están relacionadas principalmente con la ganadería de leche, aunque también se pueden encontrar cultivos de naranjilla, tomate de árbol y pimiento.



Foto 19 Vista de una finca dedicada a la cría de ganado

Pese a la manifiesta importancia del sector agrícola, el nivel tecnológico es relativamente bajo, por lo que los rendimientos son igualmente bajos.

Por su parte, la mano de obra en su mayoría (60%) está constituida principalmente por familiares, quienes no son asalariados.

#### **4.3.3.9.2. Piscicultura**

La crianza y comercialización de truchas y tilapias es la actividad piscícola de mayor desarrollo y se constituye en una actividad importante dentro de los ingresos de la población.

Esta actividad, iniciada hace unos 20 años se constituye en una de las más importantes en lo referente a demanda local de mano de obra. La mayor parte de la producción se la comercializa en Quito, lo restante se consume localmente.

Cabe señalar que pese a que entre Lago Agrio y Lumbaqui se ha iniciado la siembra de tilapia, ésta se constituye todavía en una actividad marginal desarrollada a manera de proyectos piloto.

En varios casos, la actividad está ligada a fines recreativos y turísticos a través de la pesca deportiva, además de constituirse en proveedora de los restaurantes cercanos.

#### **4.3.3.9.3. Actividades turísticas**

Una de las actividades de mayor crecimiento lo constituye el turismo, especialmente en el valle del Quijos y las inmediaciones de El Reventador.

En el valle del Quijos es muy común la práctica del kayak y el rafting en el río del mismo nombre, en tanto que en el sector de El Reventador un sitio obligado de visita es la cascada de San Rafael.

#### **4.3.3.9.4. Silvicultura, caza, pesca**

La existencia de áreas boscosas y una alta diversidad biológica en el tramo Lago Agrio – El Chaco ha hecho que la población complemente su dieta alimenticia en base a la caza y pesca, lo cual se evidencia en el 1,04% de la PEA que se dedica a esta actividad.

No obstante ser una actividad con alto aporte dietético, en términos de ingresos económicos se constituye en una actividad marginal toda vez que no existe un mercado que favorezca la comercialización de estos productos.

#### **4.3.3.9.5. Manufactura**

La actividad manufacturera se limita a la producción de lácteos, especialmente quesos y yogurt que abastecen al mercado local y regional. Este tipo de actividad se localiza principalmente en el valle del Quijos.

#### **4.3.3.9.6. Comercio**

Después de la actividad petrolera, el comercio se constituye en la segunda actividad económica más importante de Nueva Loja, la cual a más de constituirse en el más importante mercado de abastecimiento de productos de primera necesidad o manufacturados de la región es el principal lugar de acopio de la producción agrícola.

Cabe destacar que ésta última llega a Lago Agrio a través de los intermediarios que compran la producción a nivel de las fincas, principalmente en aquellas que se localizan en la segunda línea de colonización y no cuentan con facilidades de transporte.

En esta ciudad, uno de los sectores comerciales más relevantes es el relacionado con la comercialización de productos para la construcción y la industria petrolera.

Otro sector es el de servicios, representado por hoteles y restaurantes, el cual se constituye en uno de los más dinámicos y de mayor crecimiento.

A nivel de las otras poblaciones, se presenta una actividad comercial constituida por comercios locales de pequeña escala.

Finalmente, cabe destacar la comercialización de la producción lechera de la zona comprendida entre Gonzalo Pizarro y el valle del Quijos a la

multinacional Nestlé, la cual absorbe más del 82% de la producción total y la traslada hasta su planta en la ciudad de Cayambe.

#### **4.3.3.10. La población y el SOTE**

De los resultados obtenidos sobre la percepción que tiene la población con relación a la presencia del oleoducto tanto durante la realización del EsIA del OCP como durante el Diagnóstico y Plan de Manejo Ambiental del SOTE, Sistema de Oleoducto Transecuatoriano y Sistema de Poliductos Shushufindi - Quito y Esmeraldas – Quito y los recorridos de campo realizados se puede establecer lo desarrollado en los siguientes numerales.

##### **4.3.3.10.1. Estudio de Impacto Ambiental del OCP**

- Únicamente el 11% de la población señala que tiene o ha tenido algún problema con el mismo, siendo las principales causas los derrames, la obstrucción para el paso de personas y animales y el cambio de la geomorfología de sus terrenos.
- El 76% de la población considera que existe algún tipo de contaminación ambiental, en tanto que el 21% considera lo contrario y un 3% manifiesta no conocer sobre el tema.
- El 32% de la población considera que la contaminación existente está asociada a un inadecuado manejo de los residuos sólidos; el 30% a la actividad petrolera; el 21% a la descarga de aguas servidas; el 15% al uso de agroquímicos; y, el 2% a la existencia de industrias.
- El 81% de la población señala que la contaminación existente afecta al recurso aire; el 68% dice que a los ríos; y, el 53% a los suelos.



#### **4.3.3.10.2. Diagnóstico y Plan de Manejo Ambiental del SOTE**

- En el barrio Colinas Petroleras (parroquia Nueva Loja) los pobladores son conocedores del eminente riesgo que corren al tener sus viviendas en el lugar, pero ellos han asumido ese riesgo y esperan ser “favorecidos con la gracia divina para que nos le ocurra ninguna desgracia”.
- De acuerdo con el criterio de los habitantes del barrio Estrella del Oriente (parroquia Nueva Loja) la tubería de oleoducto no representa ninguna molestia, incluso hay residentes que desconocen el lugar exacto por donde ésta pasa.
- Según el criterio de los habitantes del barrio El Transportista (parroquia Nueva Loja) no existe ningún inconveniente sobre la presencia del Oleoducto Transecuatoriano ya que está enterrado, pero tampoco han tenido beneficio alguno ni han llegado a acuerdos con PETROECUADOR.
- Según una moradora del barrio Napo (parroquia Nueva Loja) el paso del Oleoducto Transecuatoriano si genera molestias. Según ella, el agua que llega que a sus viviendas está contaminada con hidrocarburo lo que produce enfermedades a la piel, esto debido a la corrosión de la tubería que está enterrada y que pasa junto a las acometidas de agua potable.
- Según el criterio de los habitantes del barrio Julio Marín (parroquia Nueva Loja) no existe ningún inconveniente sobre la presencia de las tuberías pero tampoco han tenido beneficio alguno ni han llegado a acuerdos con PETROECUADOR.

- Según el criterio de los habitantes del barrio Jaime Roldós (parroquia Nueva Loja) no existe ningún inconveniente sobre la presencia de la tubería pero tampoco han tenido beneficio alguno ni han llegado a acuerdos con PETROECUADOR.
- Según el criterio de los habitantes del barrio San Pedro (parroquia Nueva Loja) el alcantarillado fue construido con ayuda de PETROECUADOR en compensación por los continuos derrames que se presentaban en el lugar. En la actualidad no se han reportado nuevas rupturas de la tubería gracias a que el barrio está más poblado y los moradores son conscientes del peligro que representa la ruptura o perforación de ésta.
- La población de la parroquia Santa Cecilia que involucra a los barrios Los Almendros, El Dorado, Corazón de Jesús y Central tiene temor por cuanto la tubería que atraviesa junto al control militar no está enterrada y en caso de un enfrentamiento armado el peligro de un siniestro sería mayor. En este sentido han solicitado a PETROECUADOR que la tubería sea enterrada, lo cual no ha sido atendido.
- El presidente y representante de los moradores del recinto Nuevos Horizontes (parroquia Santa Cecilia) considera que la presencia del SOTE no genera molestias y tampoco se han registrado rupturas o robos en el sector. No obstante manifiesta que jamás han sido tomados en cuenta para la socialización de planes de contingencia en caso de presentarse alguna avería en la tubería.
- Los moradores del recinto La Florida (parroquia Santa Cecilia) indican que la presencia del Oleoducto Transecuatoriano no les ha dado molestias y no recuerda si existen o no acuerdos o convenios realizados con PETROECUADOR.

- Los moradores de la comuna Yana Kucha (parroquia Santa Cecilia) no tienen ningún tipo de conflictos con PETROECUADOR y la presencia de la tubería no les genera molestias.
- Los moradores de la parroquia Jambelí no tienen ningún inconveniente o molestia por la presencia de la tubería del Oleoducto Transecuatoriano, pero solicitan de PETROECUADOR les atiendan sus necesidades de infraestructura básica.
- Los moradores de la parroquia Sevilla (cantón Cascales) han solicitado a PETROECUADOR que el recorrido del SOTE a través del centro de la misma sea subterráneo, lo cual no ha tenido una respuesta favorable.
- A criterio del Director del Departamento de Obras Públicas del Gobierno Municipal, en la parroquia El Dorado de Cascales la tubería del Oleoducto Transecuatoriano no cuenta con las suficientes seguridades y dado que es obsoleta necesita mantenimiento preventivo y continuo.
- En el recinto Duvino (parroquia Dorado de Cascales) la tubería no está enterrada y causa molestar ya que las propiedades temen por la seguridad de sus viviendas y han tenido que derrocar algunas construcciones las cuales tampoco han sido indemnizadas. Por estas razones la comunidad ha pedido reiteradamente que la tubería sea enterrada.
- Según el Promotor Ambiental del Gobierno Municipal de Gonzalo Pizarro, la infraestructura del Oleoducto Transecuatoriano es un peligro constante que las autoridades de PETROECUADOR han minimizado y no existe intención en ellos por hacer partícipes a los

habitantes de las zonas afectadas en los planes de desarrollo ni de contingencias.

Según dicho funcionario, en el sector se han producido varias rupturas de la tubería por las cuales nunca hubo compensación ambiental.

- La comunidad de la parroquia Gonzalo Pizarro no recuerda haber tenido inconvenientes, accidentes ni derrames, como tampoco acuerdos con PETROECUADOR.
- La comunidad de la parroquia El Reventador desea que la tubería tenga variantes, que no pase por la comunidad misma, porque es un lugar de mucha sismicidad y puede resultar peligroso pues el volcán está en actividad y con un temblor puede romper el oleoducto.

Según el criterio del presidente de la Junta Parroquial, PETROECUADOR no ha mostrado ningún interés por compensar a la comunidad a pesar de que en la zona son comunes los derrames por rupturas de la tubería debido a los continuos deslizamientos de tierra que bajan desde el volcán El Reventador.

No obstante existe un convenio firmado por PETROECUADOR y el Comité de Gestión Provincial para dotar de agua potable a la parroquia, el mismo que debido a la falta de presupuesto no ha podido ejecutarse.

Se solicita que PETROECUADOR cumpla con los convenios firmados y que la comunidad sea continuamente informada sobre los planes de contingencia en lo que respecta al SOTE.

- Los ciudadanos del recinto Atenas (parroquia El Reventador) dicen no haber tenido afectaciones ni contingencias por el SOTE, toda vez que la tubería pasa un poco retirada de los mismos.
- El presidente del recinto Alma Ecuatoriana (parroquia El Reventador) admite que la tubería no afecta ni ha generado molestias en el sector, sin embargo teme que exista alguna ruptura por lo que solicita de PETROECUADOR se les informe sobre los verdaderos peligros que representa la tubería y los planes de contingencia correspondientes.
- Los moradores de la parroquia Gonzalo Díaz de Pineda (cantón El Chaco) comentan que el SOTE no les ha causado molestia alguna, y no mantienen acuerdos con PETROECUADOR.
- En la parroquia Santa Rosa (cantón El Chaco) la infraestructura petrolera se desplaza por la mitad del centro poblado, sin embargo entre la comunidad y PETROECUADOR no han existido conflictos ni tampoco se han presentado contingencias. No obstante solicitan se diseñe una variante en el recorrido de la tubería a fin de evitar el riesgo que ésta representa toda vez que se localiza muy cerca de la casa Comunal, jardín de infantes y centro administrativo parroquial.
- En la parroquia El Chaco, el derecho de vía del Oleoducto Transecuatoriano ha sido invadido por varias viviendas, comercios, y construcciones en general.

Las autoridades dan cuenta de un sinnúmero de contingencias y derrames en el SOTE, cuya tubería es muy evidente para sus pobladores. En este sentido solicitan que se la entierre en el centro poblado o que en su defecto se realice un estudio para en lo posible cambiar su ruta a través de los alrededores del poblado.

Los moradores del recinto Brasil de Franco (parroquia El Chaco) afirman que en el recinto no se ha registrado ningún derrame o ruptura de la tubería por lo que no tienen ningún inconveniente ante su presencia.

- El presidente de la Junta Parroquial de Sardinas afirma que no se han registrado derrames ni contaminación por el Oleoducto Transecuatoriano.
- En opinión de la población de la parroquia San Francisco de Borja (cantón Quijos), la existencia de tubería de petróleo en la cercanía de su comunidad genera preocupación, principalmente por el riesgo que pudiera surgir de una contingencia mayor, debido al tiempo de la tubería.

En la población y sus alrededores se han provocado varios derrames que a criterio de la comunidad, han sido bien controlados por los funcionarios de PETROECUADOR.

En esta parroquia existen algunas construcciones sobre el derecho de vía del Oleoducto Transecuatoriano.

- Las diferentes obras de aporte comunitario, junto con un buen manejo de respuesta a las contingencias han logrado mantener un nivel de aceptación y agrado por parte de los habitantes de Baeza hacia la presencia del SOTE.

#### **4.3.3.10.3. Recorridos de campo**

Las entrevistas realizadas estuvieron dirigidas a pobladores de las comunidades más próximas a los sitios de los derrames más recientes,

esto es los recintos Amazonas y Nuevos Horizontes y la parroquia El Reventador.

- Según los entrevistados, las afectaciones producidas a lo largo del SOTE se han producido especialmente por atentados y deslaves; en algunos casos por roturas de válvulas.
- Los problemas han logrado solucionarse. Las limpiezas se han hecho a través de la contratación de terceros. La remediación de terrenos y esteros se ha realizado con absorbentes biodegradables; bacterias y barreras de contención. Sin embargo, hay demora en las actividades de remediación y a veces quedan rastros de contaminación.
- Las poblaciones afectadas no han recibido ninguna compensación por las afectaciones en sus terrenos y/o cultivos.
- En caso de contaminación del agua, se advierte a la población y se provee de tanqueros hasta que pase la emergencia, se realiza monitoreo del agua permanentemente.

Las compañías tercerizadoras emplean la mano de obra de la zona para remediación, sin embargo, la población no está de acuerdo por el pago de los trabajos realizados. En algunos casos el pago de indemnizaciones por parte de las compañías aseguradoras está pendiente.



Foto 20 Momento en que se procedía a entrevistar a los moradores del área del proyecto

- El Sistema de Oleoducto Transecuatoriano - SOTE no mantiene un programa de Relaciones Comunitarias. Las obras que se realizan son puntuales y están sujetas a demandas de las comunidades. No hay una política establecida para apoyo, los fondos se manejan de una forma aislada. La coordinación se hace con juntas parroquiales, con organizaciones indígenas. En cuanto al Plan Integral de Manejo Ambiental (1990), no contiene nada referente a relaciones comunitarias, se orienta a aspectos técnicos básicamente: áreas ambientales sensitivas, análisis de aguas, características hidrológicas, velocidad de las corrientes.
- El presupuesto para la ejecución de los planes y programas de la Gerencia de Protección Ambiental es para la actividad petrolera a nivel nacional.
- La Gerencia del Oleoducto coordina con la Gerencia de Protección Ambiental de Petroecuador para apoyos a las poblaciones. Las solicitudes se pasan a la Gerencia de Protección Ambiental y luego se dispone a la Unidad Socio Cultural el correspondiente trámite, muchas veces se coordina con diferentes instituciones para la realización de las obras (Municipios, Consejos, FISE, entre otras) o se contrata directamente. Los apoyos se orientan a: aulas, computadoras,



relastrado, mantenimiento de vías, entre otros. Este trámite puede demorarse debido al proceso burocrático.

#### **4.3.3.11. Riesgo antrópico**

De los registros que mantiene PETROECUADOR sobre los derrames de crudo en el tramo bajo estudio, cinco corresponden a atentados y/o sabotaje. Estos eventos, sucedidos entre diciembre del 2000 y julio del 2002 provocaron la pérdida de 8.221 barriles de petróleo en el tramo comprendido entre el Km. 16,15 y el Km. 45,80.

En este sentido, se considera al tramo antes señalado como de alto riesgo ante amenazas humanas. No obstante, el riesgo está latente en los demás tramos donde el SOTE se encuentra descubierto.



Foto 21 Vista del sitio donde ocurrió el derrame el 12 de diciembre del 2000 (Km. 44+310) debido a un atentado

#### **4.4. Área de influencia y áreas sensibles**

El área de influencia del proyecto ha sido establecida en función de la interrelación de los aspectos ambientales con las actividades del proyecto.

Por su parte, las áreas sensibles se identificaron a partir de los resultados de la Caracterización Ambiental - Línea Base, permitiendo identificar las

zonas más vulnerables del corredor en donde se halla instalada la tubería del SOTE.

#### **4.4.1. Área de influencia**

El área de influencia del proyecto está subdividida en directa e indirecta.

##### **4.4.1.1. Área de influencia directa**

El área de influencia directa, AID, corresponde al lugar en donde se encuentra construido el SOTE, incluido su derecho de vía, el mismo que cubre una franja de 15 m a cada lado del eje de la tubería.

##### **4.4.1.2. Área de influencia indirecta**

El área de influencia indirecta es aquella que estando fuera del derecho de vía se puede ver afectada por una contingencia. Está relacionada con los efectos que la operación del SOTE puede generar en función de una contingencia, dependiendo de las condiciones hidrográficas y climatológicas en ese escenario así como de la rapidez de la respuesta a la emergencia.

En este sentido, y tomando en cuenta los drenajes naturales existentes a lo largo del proyecto en estudio, se consideró para el componente abiótico como área de influencia indirecta una franja de 1 Km. a cada lado del eje de la tubería.

Para el caso del componente biótico y analizando el alcance que podría tener un posible derrame, se ha considera como área de influencia indirecta una franja de 500 m a cada lado del eje de la tubería.

El área de influencia antrópica está definida por la población permanente a lo largo del derecho de vía del SOTE. Corresponden a esta área los habitantes de las parroquias: Nueva Loja, Santa Cecilia y Jambelí del cantón Lago Agrio; Sevilla y El Dorado de Cascales del cantón Cascales; Lumbaqui, Gonzalo Pizarro y El Reventador del cantón Gonzalo Pizarro; Gonzalo Díaz de Pineda, Santa Rosa, El Chaco y Sardinias del cantón El Chaco; y, San Francisco de Borja y Baeza del cantón Quijos.

#### **4.4.2. Riesgo ambiental**

Para la determinación de la sensibilidad ambiental se ha tomado lo expuesto en el EsIA del OCP, el mismo que en el tramo Lago Agrio – Baeza sigue el trazado del SOTE<sup>22</sup>.

##### **4.4.2.1. Áreas de Riesgo físico**

Para el análisis del riesgo del componente físico se han considerado los siguientes criterios:

- Estabilidad de las pendientes.
- Morfología del terreno.
- Evidencia de deslizamiento o movimientos de masa.
- Potencial de erosión.
- Tipo de drenajes.
- Números de ríos que cruza el oleoducto.
- Precipitación.

El riesgo se calificó como alto, medio, y bajo dependiendo de la combinación de los criterios anteriores. Los resultados de este análisis se presentan en el Mapa No. 8 donde se identifica una zona de alto riesgo que se extiende desde el Km. 75 hasta el Km. 110 del SOTE.

Este sector ha sido clasificado como de alta riesgo debido a la presencia de pendientes altas e inestables ( $> 60\%$ ), zonas de deslizamientos activos donde se observa evidencia de antiguos deslizamientos; suelos someros, lo que afecta el potencial de reforestación y el enterramiento de la tubería; y, una alta cantidad de ríos de drenaje pobre que cruzan la ruta del SOTE.

Es interesante señalar que esta zona es la que cruza las estribaciones del Volcán El Reventador, área donde durante el terremoto de 1987 ocurrió un deslizamiento que destruyó el SOTE y que en la erupción de noviembre del 2004 lo desplazó varios metros en sentido del río Quijos.

#### **4.4.2.2. Áreas de Riesgo biótico**

Los segmentos más importantes de la ruta, en cuanto al recurso florístico y su conservación, son los alrededores del Volcán El Reventador y el sector de Las Palmas, cerca al cruce del Río Salado, en donde se conservan todavía áreas de bosques naturales, por lo que se las considera como zonas de riesgo desde el punto de vista del recurso florístico.

Desde el punto de vista de conservación del recurso florístico, los tramos del SOTE de importancia son:

- Reventador (Km. 82 al Km. 100)
  - Altura: 1650 msnm.
  - Bosque muy húmedo Pre-Montano, Bosque primario.
  - Área de Influencia Indirecta.
- Las Palmas (Km. 110 al Km. 120)

- Altura: 1740 msnm.
- Bosque muy húmedo Pre-Montano, Bosque primario.
- Área de Influencia Indirecta.

Cabe mencionar que las zonas indicadas también son las de mayor riesgo geológico, por la alta probabilidad de que se produzcan derrumbes, deslizamientos de tierra y erosión por lo que se las calificado como de alta sensibilidad ambiental.

Desde el punto de vista faunístico, el sector del Km. 82 muestra los bosques en mejor estado de conservación. Este punto es de especial importancia para mamíferos grandes, pues aún mantiene alta complejidad estructural y provee recursos esenciales y refugio, a estas especies.

El área del recinto Simón Bolívar es importante para mamíferos grandes, aves y especies de anfibios y reptiles de la región. Los hábitats existentes, también proveen refugio para algunas especies en peligro de extinción.

El Km. 91, el río Azuela y la cascada de San Rafael, que son parte de la Reserva Ecológica Cayambe Coca, muestran áreas de bosque primario importantes.

Este sitio es sensible, porque además de tener una fauna diversa y en buen estado de conservación, es objeto de gran actividad turística por personas que ascienden al Volcán Reventador y acuden a la cascada indicada.

El Mapa No. 9 muestra el riesgo biótico al interior del área del proyecto, donde se identifica un segmento con alta sensibilidad que se extiende desde el Km. 70 hasta el Km. 130 del SOTE.

#### **4.4.2.3. Áreas de Riesgo antrópico**

Desde el punto de vista antrópico, las áreas de riesgo están definidas en función de la aceptación o no de la población al paso del SOTE; la posición de las organizaciones locales con respecto a su existencia; las demandas ante eventuales contingencias; la tendencia de crecimiento y ocupación de su derechos de vía y los efectos adversos sobre la población por eventos ocasionados durante su operación y mantenimiento.

En este sentido, las áreas en donde existe un expreso rechazo al paso del SOTE son las de alta sensibilidad.

El Mapa No. 10 muestra la sensibilidad antrópica al interior del área del proyecto, donde se identifican tres segmentos con alta sensibilidad localizados en:

- Segmento 1: Km. 12 hasta el Km. 25.
- Segmento 2: Km. 30 hasta el Km. 35.
- Segmento 3: Km. 75 hasta el Km. 80.

#### **4.5. Identificación y evaluación de Impactos Ambientales**

##### **4.5.1. Objetivo**

Identificar y cuantificar los potenciales impactos generados por los derrames de crudo en el SOTE sobre los diferentes factores ambientales considerados.

#### **4.5.2. Metodología de evaluación**

Para la evaluación de los potenciales impactos ambientales producidos en el área de influencia, se han desarrollado matrices causa - efecto, conforme con la metodología señalada en el capítulo 3, numeral 3.7.3. Evaluación de Impactos.

Las matrices contienen en las filas los factores ambientales que caracterizan al entorno, y en las columnas, las acciones asociadas a los derrames de crudo.

##### **4.5.2.1. Factores ambientales**

Para la selección de los factores ambientales afectados por los derrames de crudo se ha tomado en cuenta los siguientes aspectos: (i) la opinión de la población asentada en las inmediaciones al SOTE; (ii) la opinión de las personas asentadas en áreas cercanas a los sitios de derrame; y, (iii) los factores del ambiente que generalmente son afectados por los derrames de petróleo.

En lo que respecta a la población asentada en las inmediaciones al SOTE, la mayoría señala que un derrame de petróleo ocasiona, en orden de importancia, contaminación en el aire, los ríos y el suelo. Así mismo, se manifiesta preocupada por la presencia del tubo debido al riesgo de un derrame, dada la edad de la tubería y la falta de seguridades de la misma y un mantenimiento preventivo y continuo.

En cuanto a la opinión vertida por la población que habita en las inmediaciones a los sitios de derrames, se establece que la mayor afectación es hacia el agua y los terrenos y a la prestación del servicio de agua. También se establece que los procesos de remediación son una oportunidad de trabajo para la población del sector.

En lo que respecta al último aspecto, se ha considerado aquellos factores que no fueron identificados por la población entrevistada, los mismos que normalmente son afectados al momento de producirse un derrame, como son la fauna y la cobertura vegetal, las actividades productivas y económicas y la movilidad de la población.

En virtud de lo señalado, se han considerado los factores ambientales señalados en el siguiente cuadro:

**Cuadro 17**

**Factores Ambientales considerados para la caracterización ambiental del área de influencia del SOTE en el tramo Lago Agrio – Baeza**

<b>Componente Ambiental</b>	<b>Código</b>	<b>Factor Ambiental</b>	<b>Definición</b>
<b>ABIÓTICO</b>	Ab1	Calidad del suelo	Variación en las características físico-químicas del suelo en las áreas afectadas directamente por los derrames y de aquellas áreas requeridas para las labores de limpieza.
	Ab2	Calidad del agua superficial	Variación de las características físico-químico-biológicas de las aguas de los ríos y esteros que son atravesados por el SOTE y las de aquellos en donde éstos desembocan.
	Ab3	Calidad del agua subterránea	Variación de las características físico-químico-biológicas de las aguas subterráneas al interior del área de influencia del SOTE.
	Ab4	Calidad del aire	Variación en la concentración de los compuestos gaseosos del aire en las zonas circundantes a las áreas afectadas por los derrames.
<b>BIOTICO</b>	Bi1	Mastofauna	Nivel de conservación de las especies de la mastofauna en las áreas afectadas directamente por los derrames y de aquellas áreas requeridas para las labores de limpieza.
	Bi2	Ornitofauna	Nivel de conservación de las especies de la ornitofauna en las áreas afectadas directamente por los derrames y de aquellas áreas requeridas para las labores de limpieza.
	Bi3	Herpetofauna	Nivel de conservación de las especies de la herpetofauna en las áreas afectadas directamente por los derrames y de aquellas áreas requeridas para las labores de limpieza.
	Bi4	Entomofauna	Nivel de conservación de las especies de la entomofauna en las áreas afectadas directamente por los derrames y de aquellas áreas requeridas para las labores de limpieza.
	Bi5	Ictiofauna	Nivel de conservación de las especies de la ictiofauna en las áreas afectadas directamente por los derrames y de aquellas áreas requeridas para las labores de limpieza.



Componente Ambiental	Código	Factor Ambiental	Definición
	Bi6	Cobertura vegetal	Especies que conforman la cobertura vegetal en las áreas afectadas directamente por los derrames y de aquellas áreas requeridas para las labores de limpieza.
<b>ANTROPICO</b>	An1	Nivel de empleo	Variación en los porcentajes de ocupación respecto de la Población Económicamente Activa, PEA, en lo relacionado con mano de obra no calificada para atender las labores de limpieza de los derrames.
	An2	Producción agrícola de los terrenos	Variación en la capacidad de producción agrícola de las fincas ubicadas al interior del derecho de vía del SOTE que se vean afectadas por los derrames de crudo.
	An3	Actividades pecuarias	Variación en la capacidad de producción de leche de las fincas ubicadas al interior del derecho de vía del SOTE que se vean afectadas por los derrames de crudo.
	An4	Tráfico vehicular y peatonal	Interferencia en el tráfico vehicular y peatonal tanto durante la ocurrencia de un derrame como durante las labores de limpieza, en aquellos tramos donde el SOTE se localiza junto a las calles del área urbana, los caminos del área rural, y la carretera Lago Agrio – Quito o en los puntos donde éste se encuentra en el frente de las viviendas.
	An5	Servicios públicos	Conjunto de servicios públicos que se verían afectados por la ocurrencia de un derrame, principalmente en aquellos puntos donde éstos se encuentran junto a la tubería del SOTE.
	An6	Paisaje	Variación en la calidad de las unidades paisajísticas de las áreas afectadas directamente por los derrames y de aquellas áreas requeridas para las labores de limpieza.
	An7	Calidad de Vida	Bienestar psicológico e intereses de situación de quienes viven junto al derecho de vía del SOTE, principalmente durante la ocurrencia de un derrame.
	An8	Economía del país	Disminución de los ingresos fiscales ante la imposibilidad de bombear el crudo hasta el puerto de Balao, durante la ocurrencia de un derrame.

#### 4.5.2.2. Acciones del proyecto

En virtud de que el tema de investigación está asociado a los derrames de crudo, las acciones consideradas son justamente aquellas que se ejecutan para solventar una contingencia de esta naturaleza, las mismas que se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 18****Acciones y elementos que afectarán a los factores ambientales**

<b>Código</b>	<b>Acción/elemento</b>	<b>Definición</b>
A1	Preparación y acondicionamiento de áreas	Acciones necesarias para acceder a los puntos de derrame y para habilitar áreas de trabajo en los mismos.
A2	Excavaciones en superficie	Excavaciones necesarias para el retiro y reposición de tubería y otros requerimientos durante los derrames.
A3	Acondicionamiento áreas excavadas	Relleno y reconformación de áreas excavadas para el retiro y reposición de tubería y otros requerimientos durante los derrames.
A4	Acumulación de restos y rechazos	Retiro y acumulación de residuos sólidos y líquidos producto de las labores de limpieza de los derrames así como de las excavaciones y preparación de materiales.
A5	Disposición final de restos y rechazos	Implementación de vertederos para el desalojo de los residuos sólidos y líquidos producto de las labores de limpieza de los derrames así como de las excavaciones y preparación de materiales.
A6	Transporte de tubería	Traslado de la tubería desde su sitio de almacenamiento hasta los puntos de derrame.
A7	Doblado, alineación y soldadura de tubería	Acciones a ejecutar en función de los requerimientos del terreno, los estándares internacionales aplicables a este tipo de trabajos y las especificaciones e instrucciones de PETROECUADOR en los puntos donde se requiera reponer tubería.
A8	Limpieza y aplicación del revestimiento	Acción de revestir exteriormente la tubería con cinta, de acuerdo con las especificaciones e instrucciones de PETROECUADOR
A9	Instalación aérea de tramos del SOTE	Acción a ejecutar sobre puentes colgantes y estructuras metálicas tipo H, en los puntos donde se presenten derrames.
A10	Instalación subterránea de tubería	Acción a ejecutar en los cruces de calles (áreas urbanas), caminos (área rural) y la carretera Lago Agrio – Quito, en los puntos de derrame.
A11	Limpieza interna y pruebas hidrostáticas	Acción de limpieza interna y pruebas hidrostáticas en los nuevos tramos de tubería instalada.
A12	Generación de lodo	Material semisólido que se encontrará en las inmediaciones del derecho de vía y otras áreas ocupadas durante el proceso de retiro y reposición de tubería y las labores de limpieza de los derrames, principalmente durante las lluvias.
A13	Ruidos y Vibraciones	Ruidos y vibraciones producidos por máquinas, equipos y vehículos empleados durante el retiro y reposición de tubería así como durante las labores de limpieza de los derrames.
A14	Derrames de crudo en aguas superficiales	Valores de temperatura; pH; conductividad eléctrica; coliformes fecales; oxígeno disuelto (OD); Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO); Demanda Química de Oxígeno (DQO); Amonio; Bario; Cadmio; Cromo total; Níquel; Plomo; Vanadio; sustancias tensoactivas; fenoles; e, hidrocarburos totales; sobre los límites permisibles establecidos en la Tabla 9 del RAOHE.
A15	Derrames de crudo en el suelo	Concentración de TPH, HAP's, Cd, Ni, Pb sobre los límites permisibles establecidos en la Tabla 6 del RAOHE.

#### **4.5.2.3. Predicción de impactos**

En primer lugar se ha proporcionado el carácter o tipo de afectación de la interacción analizada, es decir, se la ha designado como positivo o negativo (Matriz No. 1).

Posteriormente se ha calificado la Extensión (Matriz No. 2); Duración (Matriz No. 3); y, Reversibilidad (Matriz No. 4), a cada una de las cuales se les ha asignado un peso sobre 1, según el siguiente detalle:

- Peso del criterio de Extensión =  $W_e = 0.30$
- Peso del criterio de Duración =  $W_d = 0.35$
- Peso del criterio de Reversibilidad =  $W_r = 0.35$

Estos valores han sido adoptados en base a los siguientes justificativos:

- El área de influencia del proyecto presenta implicaciones puntuales y directas, las cuales prácticamente se circunscriben a los sitios de derrame. Igual situación se presenta con las áreas de sensibilidad ambiental, las mismas que se hallan plenamente identificadas y no ocupan todo el tramo bajo análisis.
- De la caracterización ambiental se observa la existencia de afectaciones que se mantienen desde la ocurrencia de los derrames, principalmente las que se relacionan con la calidad del suelo. No obstante, éstas pueden deberse a un inadecuado proceso de remediación, por lo que se puede establecer que los impactos ambientales luego de un derrame de crudo pueden ser permanentes o no en función del éxito de las medidas de remediación aplicadas.
- Si se analiza la situación actual de los diferentes factores ambientales se establece que éstos no presentan impactos negativos, a excepción

de un punto de derrame en donde el suelo contiene concentraciones de contaminantes que superan lo establecido por el RAOHE, lo cual posiblemente se deba a un inadecuado proceso de remediación luego del derrame ocurrido. En este sentido, se puede establecer que los impactos ambientales luego de un derrame de crudo pueden ser remediados en función del éxito de las medidas de remediación aplicadas.

Con los pesos de ponderación y las calificaciones de la extensión, duración y reversibilidad se ha calculado la importancia de los impactos (Matriz No. 5).

Finalmente se ha calificado la magnitud de los impactos (Matriz No. 6), valor que conjuntamente con la importancia ha permitido obtener finalmente el Valor de Impacto Ambiental, VIA (Matriz No. 7).

MATRIZ No. 1																					
DE VALORACION Y EVALUACION DE IMPACTOS																					
IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LO DERRAMES DE PETROLEO EN EL SOTE EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LAGO AGRIO Y BAEZA																					
		SIMBOLOGIA: - CARÁCTER DEL IMPACTO AMBIENTAL																			
CODIGO	SUBCOMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	ACCIONES																	NUMERO DEIMPACTOS NEGATIVOS	NUMERO DEIMPACTOS POSITIVOS
			CONSTRUCCION																		
			Preparación y acondicionamiento de áreas	Excavaciones en superficie	Acondicionamiento de áreas excavadas	Acumulación de restos y rechazos	Disposición final de restos y rechazos	Transporte de tubería	Doblado, alineación y soldadura de tubería	Limpieza y aplicación del revestimiento	Instalación aérea de tramos del SOTE	Instalación subterránea de tubería	Limpieza interna y pruebas hidrostáticas	Generación de lodo	Ruidos y vibraciones	Derrames de crudo en aguas superficiales	Derrames de crudo en el suelo				
AB1	ABIOTICO	Calidad del Suelo	-	-	-	-	-		-	-		-	-	-			-	11	0		
AB2		Calidad del Agua Superficial	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-		-	-	12	0		
AB3		Calidad del Agua Subterránea		-												-	-	3	0		
AB4		Calidad del Aire				-	-		-							-	-	5	0		
BIO1	BIOTICO	Mastofauna	-	-	-	-	-							-	-	-	-	9	0		
BIO2		Ornitofauna	-	-		-	-							-		-	-	6	0		
BIO3		Herpetofauna	-	-	-	-	-					-	-	-	-	-	-	10	0		
BIO4		Entonofauna	-	-	-	-	-						-	-			-	7	0		
BIO5		Ictiofauna	-	-	-	-	-			-	-		-	-		-	-	11	0		
BIO6		Cobertura vegetal	-	-		-	-	-	-	-			-	-		-	-	11	0		
AN1	ANTROPICO	Nivel de Empleo	+	+	+				+	+	+	+	+					0	8		
AN2		Producción agrícola de los terrenos	-	-		-	-							-			-	6	0		
AN3		Actividades pecuarias	-	-		-	-							-		-	-	7	0		
AN4		Tráfico vehicular y peatonal	-	-	+		-	-	-		-	-		-			-	9	1		
AN5		Servicios públicos	-	-													-	3	0		
AN6		Paisaje	-	-	+	-	-	-			-	-		-		-	-	11	1		
AN7		Calidad de Vida	-	-		-	-	-			-	-		-	-	-	-	11	0		
AN8		Economía del país														-	-	2	0		
NUMERO DE IMPACTOS NEGATIVOS			14	15	6	13	14	4	6	4	5	4	5	12	4	11	17	134			
NUMERO DE IMPACTOS POSITIVOS			1	1	3	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0		10		

MATRIZ No. 2																		
DE VALORACION Y EVALUACION DE IMPACTOS																		
IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LO DERRAMES DE PETROLEO EN EL SOTE EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LAGO AGRIO Y BAEZA																		
SIMBOLOGIA:			5,0	CALIFICACION DE LA EXTENSION														
CODIGO	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	ACCIONES															
			CONSTRUCCION															
			Preparación y acondicionamiento de áreas	Excavaciones en superficie	Acondicionamiento de áreas excavadas	Acumulación de restos y rechazos	Disposición final de restos y rechazos	Transporte de tubería	Doblado, alineación y soldadura de tubería	Limpieza y aplicación del revestimiento	Instalación aérea de tramos del SOTE	Instalación subterránea de tubería	Limpieza interna y pruebas hidrostáticas	Generación de lodo	Ruidos y vibraciones	Derrames de crudo en aguas superficiales	Derrames de crudo en el suelo	
AB1	ABIOTICO	Calidad del Suelo	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0		1,0	1,0	1,0			1,0	
AB2		Calidad del Agua Superficial	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0		1,0	1,0		7,5	7,5	
AB3		Calidad del Agua Subterránea		1,0												7,5	7,5	
AB4		Calidad del Aire				1,0	1,0		1,0								1,0	1,0
BIO1	BIOTICO	Mastofauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0							1,0	1,0	1,0	1,0	
BIO2		Ornitofauna	1,0	1,0		1,0	1,0								1,0		1,0	
BIO3		Herpetofauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0						1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
BIO4		Entonofauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0							1,0			1,0	
BIO5		Ictiofauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0				1,0	1,0		1,0	1,0		7,5	1,0
BIO6		Cobertura vegetal	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0				1,0	1,0		2,5	1,0
AN1	ANTROPICO	Nivel de Empleo	1,0	1,0	1,0				1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
AN2		Producción agrícola de los terrenos	1,0	1,0		1,0	1,0							1,0			2,5	
AN3		Actividades pecuarias	1,0	1,0		1,0	1,0							1,0			5,0	2,5
AN4		Tráfico vehicular y peatonal	1,0	1,0	1,0		1,0	5,0	2,5		5,0	5,0		1,0				5,0
AN5		Servicios públicos	1,0	1,0														5,0
AN6		Paisaje	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0			1,0	1,0		1,0		7,5	1,0
AN7		Calidad de Vida	1,0	1,0		1,0	1,0	5,0				5,0	5,0		1,0	1,0	5,0	5,0
AN8		Economía del país															10,0	10,0

MATRIZ No. 3																	
DE VALORACION Y EVALUACION DE IMPACTOS																	
IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LO DERRAMES DE PETROLEO EN EL SOTE EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LAGO AGRIO Y BAEZA																	
SIMBOLOGIA:			5,0														
CALIFICACION DE LA DURACION																	
CODIGO	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	ACCIONES														
			CONSTRUCCION														
			Preparación y acondicionamiento de áreas	Excavaciones en superficie	Acondicionamiento de áreas excavadas	Acumulación de restos y rechazos	Disposición final de restos y rechazos	Transporte de tubería	Doblado, alineación y soldadura de tubería	Limpieza y aplicación del revestimiento	Instalación aérea de tramos del SOTE	Instalación subterránea de tubería	Limpieza interna y pruebas hidrostáticas	Generación de lodo	Ruidos y vibraciones	Derrames de crudo en aguas superficiales	Derrames de crudo en el suelo
AB1	ABIOTICO	Calidad del Suelo	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0		1,0	1,0	1,0			5,0
AB2		Calidad del Agua Superficial	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0		1,0	1,0		1,0	1,0
AB3		Calidad del Agua Subterránea		1,0												1,0	1,0
AB4		Calidad del Aire				1,0	1,0		1,0							1,0	1,0
BIO1	BIOTICO	Mastofauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0							1,0	1,0	1,0	1,0
BIO2		Ornitofauna	1,0	1,0		1,0	1,0								1,0		1,0
BIO3		Herpetofauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0						1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
BIO4		Entonofauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0							1,0			1,0
BIO5		Ictiofauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0			1,0	1,0		1,0	1,0		1,0	1,0
BIO6		Cobertura vegetal	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0			1,0	1,0		1,0	1,0
AN1	ANTROPICO	Nivel de Empleo	1,0	1,0	1,0				1,0	1,0	1,0	1,0	1,0				
AN2		Producción agrícola de los terrenos	1,0	1,0		1,0	1,0							1,0			5,0
AN3		Actividades pecuarias	1,0	1,0		1,0	1,0							1,0		1,0	1,0
AN4		Tráfico vehicular y peatonal	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0		1,0	1,0		1,0			1,0
AN5		Servicios públicos	1,0	1,0													1,0
AN6		Paisaje	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0		1,0		1,0	2,5
AN7		Calidad de Vida	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0			1,0	1,0		1,0	1,0	1,0	1,0
AN8		Economía del país														5,0	5,0

MATRIZ No. 4																	
DE VALORACION Y EVALUACION DE IMPACTOS																	
IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LO DERRAMES DE PETROLEO EN EL SOTE EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LAGO AGRIO Y BAEZA																	
SIMBOLOGIA:			5,0	CALIFICACION DE LA REVERSIBILIDAD													
CODIGO	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	ACCIONES														
			CONSTRUCCION														
			Preparación y acondicionamiento de áreas	Excavaciones en superficie	Acondicionamiento de áreas excavadas	Acumulación de restos y rechazos	Disposición final de restos y rechazos	Transporte de tubería	Doblado, alineación y soldadura de tubería	Limpieza y aplicación del revestimiento	Instalación aérea de tramos del SOTE	Instalación subterránea de tubería	Limpieza interna y pruebas hidrostáticas	Generación de lodo	Ruidos y vibraciones	Derrames de crudo en aguas superficiales	Derrames de crudo en el suelo
AB1	ABIOTICO	Calidad del Suelo	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0		1,0	1,0	1,0			5,0
AB2		Calidad del Agua Superficial	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0		1,0	1,0		1,0	1,0
AB3		Calidad del Agua Subterránea		1,0												1,0	1,0
AB4		Calidad del Aire				1,0	1,0		1,0								1,0
BIO1	BIOTICO	Mastofauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0							1,0	1,0	1,0	1,0
BIO2		Ornitofauna	1,0	1,0		1,0	1,0								1,0		1,0
BIO3		Herpetofauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0						1,0	1,0	1,0	1,0	5,0
BIO4		Entonofauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0							1,0			1,0
BIO5		Ictiofauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0			1,0	1,0		1,0	1,0		1,0	1,0
BIO6		Cobertura vegetal	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0			1,0	1,0		1,0	5,0
AN1	ANTROPICO	Nivel de Empleo	1,0	1,0	1,0				1,0	1,0	1,0	1,0	1,0				
AN2		Producción agrícola de los terrenos	1,0	1,0		1,0	1,0							1,0			1,0
AN3		Actividades pecuarias	1,0	1,0		1,0	1,0							1,0		1,0	5,0
AN4		Tráfico vehicular y peatonal	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0		1,0	1,0		1,0			1,0
AN5		Servicios públicos	1,0	1,0													1,0
AN6		Paisaje	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0		1,0		1,0	1,0
AN7		Calidad de Vida	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0	1,0			1,0	1,0		1,0	1,0	1,0
AN8		Economía del país															1,0



MATRIZ No. 5																							
DE VALORACION Y EVALUACION DE IMPACTOS																							
IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LO DERRAMES DE PETROLEO EN EL SOTE EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LAGO AGRIO Y BAEZA																							
		SIMBOLOGIA:	4,9	CALCULO DE LA IMPORTANCIA																			
CODIGO	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	ACCIONES																				
			CONSTRUCCION																				
			Preparación y acondicionamiento de áreas	Excavaciones en superficie	Acondicionamiento de áreas excavadas	Acumulación de restos y rechazos	Disposición final de restos y rechazos	Transporte de tubería	Doblado, alineación y soldadura de tubería	Limpieza y aplicación del revestimiento	Instalación aérea de tramos del SOTE	Instalación subterránea de tubería	Limpieza interna y pruebas hidrostáticas	Generación de lodo	Ruidos y vibraciones	Derrames de crudo en aguas superficiales	Derrames de crudo en el suelo						
AB1	ABIOTICO	Calidad del Suelo	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0		1,0	1,0	1,0			3,8						
AB2		Calidad del Agua Superficial	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0		1,0	1,0		3,0	3,0						
AB3		Calidad del Agua Subterránea		1,0												3,0	3,0						
AB4		Calidad del Aire				1,0	1,0		1,0							1,0	1,0						
BIO1	BIOTICO	Mastofauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0							1,0	1,0	1,0	1,0						
BIO2		Ornitofauna	1,0	1,0		1,0	1,0							1,0		1,0							
BIO3		Herpetofauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					1,0	1,0	1,0	1,0	2,4							
BIO4		Entonofauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0						1,0			1,0							
BIO5		Ictiofauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0			1,0	1,0		1,0	1,0		3,0	1,0						
BIO6		Cobertura vegetal	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0			1,0	1,0		1,5	2,4						
AN1	ANTROPICO	Nivel de Empleo	1,0	1,0	1,0				1,0	1,0	1,0	1,0	1,0										
AN2		Producción agrícola de los terrenos	1,0	1,0		1,0	1,0						1,0			2,9							
AN3		Actividades pecuarias	1,0	1,0		1,0	1,0						1,0		2,2	2,9							
AN4		Tráfico vehicular y peatonal	1,0	1,0	1,0		1,0	2,2	1,5		2,2	2,2		1,0		2,2							
AN5		Servicios públicos	1,0	1,0												2,2							
AN6		Paisaje	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0		1,0		3,0	1,5							
AN7		Calidad de Vida	1,0	1,0		1,0	1,0	2,2			2,2	2,2		1,0	1,0	2,2	2,2						
AN8		Economía del país														5,1	5,1						
VALORES DE PONDERACION																							
PESO DE LA EXTENSION :			0,30																				
PESO DE LA DURACION :			0,35																				
PESO DE LA REVERSIBILIDAD :			0,35																				

MATRIZ No. 6																		
DE VALORACION Y EVALUACION DE IMPACTOS																		
IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LO DERRAMES DE PETROLEO EN EL SOTE EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LAGO AGRIO Y BAEZA																		
		SIMBOLOGIA:	5,0	CALIFICACION DE LA MAGNITUD														
CODIGO	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	ACCIONES															
			CONSTRUCCION															
			Preparación y acondicionamiento de áreas	Excavaciones en superficie	Acondicionamiento de áreas excavadas	Acumulación de restos y rechazos	Disposición final de restos y rechazos	Transporte de tubería	Doblado, alineación y soldadura de tubería	Limpieza y aplicación del revestimiento	Instalación aérea de tramos del SOTE	Instalación subterránea de tubería	Limpieza interna y pruebas hidrostáticas	Generación de lodo	Ruidos y vibraciones	Derrames de crudo en aguas superficiales	Derrames de crudo en el suelo	
AB1	ABIOTICO	Calidad del Suelo	2,5	1,0	2,5	10,0	7,5		1,0	1,0		5,0	1,0	1,0			10,0	
AB2		Calidad del Agua Superficial	2,5	1,0	2,5	5,0	7,5		1,0	1,0	1,0		2,5	1,0		10,0	7,5	
AB3		Calidad del Agua Subterránea		2,5													1,0	2,5
AB4		Calidad del Aire				2,5	7,5		1,0								1,0	1,0
BIO1	BIOTICO	Mastofauna	5,0	5,0	2,5	5,0	5,0							1,0	2,5	1,0	10,0	
BIO2		Ornitofauna	1,0	1,0		1,0	1,0								1,0		5,0	
BIO3		Herpetofauna	10,0	10,0	2,5	5,0	7,5						2,5	1,0	5,0	7,5	10,0	
BIO4		Entonofauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0							1,0			1,0	
BIO5		Ictiofauna	10,0	1,0	2,5	5,0	1,0			1,0	2,5		5,0	2,5		10,0	7,5	
BIO6		Cobertura vegetal	10,0	1,0		5,0	7,5	1,0	2,5	1,0			1,0	7,5		2,5	10,0	
AN1	ANTROPICO	Nivel de Empleo	1,0	1,0	1,0				1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
AN2		Producción agrícola de los terrenos	2,5	2,5		5,0	1,0							5,0			7,5	
AN3		Actividades pecuarias	2,5	5,0		5,0	1,0							5,0		2,5	7,5	
AN4		Tráfico vehicular y peatonal	1,0	5,0	2,5		1,0	5,0	2,5		1,0	5,0		2,5			2,5	
AN5		Servicios públicos	1,0	2,5													2,5	
AN6		Paisaje	7,5	5,0	2,5	5,0	5,0	5,0	5,0		2,5	5,0		7,5		10,0	10,0	
AN7		Calidad de Vida	2,5	5,0		2,5	1,0	5,0			1,0	5,0		5,0	2,5	10,0	10,0	
AN8		Economía del país															10,0	10,0

MATRIZ No. 7																			
DE VALORACION Y EVALUACION DE IMPACTOS																			
IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LO DERRAMES DE PETROLEO EN EL SOTE EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LAGO AGRIO Y BAEZA																			
SIMBOLOGIA:			-5,0 VALOR DEL IMPACTO AMBIENTAL																
CODIGO	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	ACCIONES																
			CONSTRUCCION															VALOR DE IMPACTO AMBIENTAL	VIA (+) SEGÚN COLUMNAS
			Preparación y acondicionamiento de áreas	Excavaciones en superficie	Acondicionamiento de áreas excavadas	Acumulación de restos y rechazos	Disposición final de restos y rechazos	Transporte de tubería	Doblado, alineación y soldadura de tubería	Limpieza y aplicación del revestimiento	Instalación aérea de tramos del SOTE	Instalación subterránea de tubería	Limpieza interna y pruebas hidrostáticas	Generación de lodo	Ruidos y vibraciones	Derrames de crudo en aguas superficiales	Derrames de crudo en el suelo		
AB1	ABIOTICO	Calidad del Suelo	-1,6	-1,0	-1,6	-3,2	-2,7		-1,0	-1,0		-2,2	-1,0	-1,0			-6,2	-22,5	
AB2		Calidad del Agua Superficial	-1,6	-1,0	-1,6	-2,2	-2,7		-1,0	-1,0	-1,0		-1,6	-1,0		-5,4	-4,7	-24,9	
AB3		Calidad del Agua Subterránea		-1,6												-1,7	-2,7	-6,0	
AB4		Calidad del Aire				-1,6	-2,7		-1,0								-1,0	-1,0	-7,3
BIO1	BIOTICO	Mastofauna	-2,2	-2,2	-1,6	-2,2	-2,2							-1,0	-1,6	-1,0	-3,2	-17,3	
BIO2		Ornitofauna	-1,0	-1,0		-1,0	-1,0							-1,0		-2,2	-7,2		
BIO3		Herpetofauna	-3,2	-3,2	-1,6	-2,2	-2,7						-1,6	-1,0	-2,2	-2,7	-4,9	-25,3	
BIO4		Entonofauna	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0							-1,0			-1,0	-7,0	
BIO5		Ictiofauna	-3,2	-1,0	-1,6	-2,2	-1,0			-1,0	-1,6		-2,2	-1,6		-5,4	-2,7	-23,5	
BIO6		Cobertura vegetal	-3,2	-1,0		-2,2	-2,7	-1,0	-1,6	-1,0			-1,0	-2,7		-1,9	-4,9	-23,3	
AN1	ANTROPICO	Nivel de Empleo	1,0	1,0	1,0				1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					8,0	
AN2		Producción agrícola de los terrenos	-1,6	-1,6		-2,2	-1,0							-2,2			-4,6	-13,3	
AN3		Actividades pecuarias	-1,6	-2,2		-2,2	-1,0							-2,2		-2,3	-4,6	-16,3	
AN4		Tráfico vehicular y peatonal	-1,0	-2,2	1,6		-1,0	-3,3	-1,9		-1,5	-3,3		-1,6			-2,3	-18,2	1,6
AN5		Servicios públicos	-1,0	-1,6													-2,3	-4,9	
AN6		Paisaje	-2,7	-2,2	1,6	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2		-1,6	-2,2		-2,7		-5,4	-3,9	-29,8	1,6
AN7		Calidad de Vida	-1,6	-2,2		-1,6	-1,0	-3,3			-1,5	-3,3		-2,2	-1,6	-4,7	-4,7	-27,7	
AN8		Economía del país														-7,1	-7,1	-14,3	
VALOR DE IMPACTO AMBIENTAL			-25,4	-24,1	-4,7	-26,2	-25,2	-9,9	-7,7	-3,0	-6,1	-10,1	-6,4	-20,3	-6,4	-38,8	-63,2		
TIPO DE IMPACTO			No. IMPACTOS															%	
MUY SIGNIFICATIVO																1	1	1,4	
SIGNIFICATIVO																4	7	7,6	
DESPRECIABLE			14	15	6	13	14	4	6	4	5	4	5	12	4	6	9	84,0	
BENEFICO			1	1	3				1	1	1	1	1					6,9	
TOTAL			15	16	9	13	14	4	7	5	6	5	6	12	4	11	17	100	
TIPO DE IMPACTO																			
MUY SIGNIFICATIVO																			
SIGNIFICATIVO																			
DESPRECIABLE																			
BENEFICO																			
TOTAL																			

#### **4.5.2.4. Descripción de afectaciones al medio ambiente**

En el análisis de la evaluación ambiental de los derrames de crudo en el SOTE, en el tramo comprendido entre Lago Agrio y Baeza, se han identificado un total de 144 interacciones causa-efecto, de las cuales 1,4 % corresponden a Impactos Muy Significativos, 7,6 % a Impactos Significativos; 84,0% a Impactos Despreciables y un 6,9 % a Impactos Benéficos.

Las acciones en lo que corresponde a impactos negativos generados, son en orden de importancia:

- Derrames de Crudo en el Suelo (VIA = - 63,2)
- Derrames de Crudo en Aguas Superficiales (VIA= - 38,8)
- Acumulación de Restos y Rechazos (VIA = - 26,2)
- Preparación y Acondicionamiento de Áreas (VIA = - 25,4)
- Disposición de Restos y Rechazos (VIA = - 25,2)
- Excavaciones en Superficie (VIA = - 24,1)
- Generación de Lodo (VIA = - 20,3)
- Instalación Subterránea de Tubería (VIA = - 10,1)
- Transporte de Tubería (VIA = - 9,9)
- Doblado, alineación y soldadura de Tubería (VIA = - 7,7)
- Ruidos y vibraciones (VIA = - 6,4)
- Limpieza interna y pruebas hidrostáticas (VIA = - 6,4)
- Instalación de Tramos Aéreos del SOTE (VIA = - 6,1)
- Acondicionamiento de Áreas excavadas (VIA = - 4,7)
- Limpieza y aplicación de revestimiento (VIA = - 3,0)

Como se puede ver, las acciones de mayor efecto negativo se presentan justamente durante la ocurrencia de un derrame, por lo que resulta imprescindible evitar al máximo este tipo de eventos.

Por su lado, los factores ambientales afectados por impactos negativos, mantienen el siguiente orden de importancia:

- Paisaje (VIA = - 29,8)
- Calidad de Vida (VIA = - 27,7)
- Herpetofauna (VIA = - 25,3)
- Calidad del agua superficial (VIA = - 24,9)
- Ictiofauna (VIA = - 23,5)
- Cobertura Vegetal (VIA = - 23,3)
- Calidad del Suelo (VIA = - 22,5)
- Tráfico vehicular y peatonal (VIA = - 18,2)
- Mastofauna (VIA = - 17,3)
- Actividades pecuarias (VIA = - 16,3)
- Economía del país (VIA = - 14,3)
- Producción agrícola de los terrenos (VIA = - 13,3)
- Calidad del Aire (VIA = - 7,3)
- Ornitofauna (VIA = - 7,2)
- Entomofauna (VIA = - 7,0)
- Calidad del Agua Subterránea (VIA = - 6,0)
- Servicios públicos (VIA = - 4,9)

Como se puede ver, la ocurrencia de un derrame afectará de mayor manera a los receptores directos y de primera mano de un evento de esta naturaleza.

#### **4.5.2.4.1. Afectaciones al componente abiótico**

Este componente, se encuentra caracterizado por la Calidad del Suelo (Ab1); Calidad del Agua Superficial (Ab2); Calidad del Agua Subterránea (Ab3); y, Calidad del Aire (Ab4).

Únicamente los derrames de crudo sobre el suelo y las aguas superficiales generarán impactos negativos significativos dentro del componente abiótico.

En el primer caso los factores ambientales afectados serán la Calidad del Suelo con un VIA = - 6,2 y la Calidad de las Aguas Superficial con un VIA = - 4,7.

En el segundo caso únicamente se afectará a la Calidad del Agua Superficial con un VIA = - 5,4.

Las demás acciones consideradas provocan exclusivamente impactos negativos despreciables.

#### **4.5.2.4.2. Afectaciones al componente biótico**

Este componente, se encuentra caracterizado por la Mastofauna (Bi1); Ornitofauna (Bi2); Herpetofauna (Bi3); Entomofauna (Bi4); Ictiofauna (Bi5); y, Cobertura Vegetal (Bi6).

Únicamente los derrames de crudo sobre el suelo y las aguas superficiales generarán impactos negativos significativos dentro del componente biótico.

En el primer caso los factores ambientales afectados serán la Herpetofauna y la Cobertura Vegetal con un VIA = - 4,9.

En el segundo caso únicamente se afectará a la Calidad del Agua Superficial con VIA = - 5,4.

Las demás acciones consideradas provocan exclusivamente impactos negativos despreciables.

#### **4.5.2.4.3. Afectaciones al componente antrópico**

Este componente, se encuentra caracterizado por la Nivel de Empleo (An1); Producción Agrícola de los terrenos (An2); Actividades Pecuarias (An3); Tráfico Vehicular y Peatonal (An4); Servicios Públicos (An5); Paisaje (An6); Calidad de Vida (An7); y, Economía del País (An8).

Únicamente los derrames de crudo sobre el suelo y las aguas superficiales generarán impactos negativos significativos y muy significativos dentro del componente antrópico.

En el primer caso los factores ambientales afectados muy significativamente están relacionados con la Economía del país con un VIA = - 7,1, en tanto que las afectaciones significativas se relacionan con la Producción Agrícola de los terrenos y las Actividades Pecuarias con un VIA = - 4,6 y la Calidad de Vida con un VIA = - 4,7.

En el segundo caso los factores ambientales afectados muy significativamente están igualmente relacionados con la Economía del país con un VIA = - 7,1, en tanto que las afectaciones significativas se relacionan con el Paisaje (VIA = - 5,4) y la Calidad de Vida con un VIA = - 4,7.

Las demás acciones consideradas provocan exclusivamente impactos negativos despreciables.

## **CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

- Los datos sobre volúmenes de crudo derramados varían en función de la fuente de información. Los valores que maneja PETROECUADOR son muy inferiores a los que presentan los organismos conservacionistas. No obstante, no existe información oficial al respecto.
- De manera general se puede decir que los efectos hacia el medio ambiente generados por los derrames de crudo a lo largo del tramo bajo estudio ya no son evidentes.

No obstante, los valores de TPH's, Níquel y Plomo para el caso del suelo en el sitio del derrame en el Puente La Boa sobrepasan los niveles máximos establecidos, lo cual podría ser atribuido a la ineficacia del programa de biorremediación llevado a cabo.

Por otro lado, la aparente recuperación del medio ambiente en los tramos aledaños a los principales ríos posiblemente esté asociada a los caudales que por éstos corren y al poder que tienen para lavar sus orillas, transportando aguas abajo cualquier evidencia de crudo.

- En los tramos en donde el SOTE se halla construido superficialmente, existen zonas de alto riesgo por deslizamiento, las mismas que están asociadas a suelos con altas pendientes (>60%) y alto índice de plasticidad, lo que se ve afectado además por la alta precipitación de la zona.



Estas características también afectan a la estabilidad de las estructuras “H” en donde se asienta la tubería, toda vez que las mismas tienen sus cimientos muy cerca de la superficie.

- Otro de los riesgos al que está sometida la tubería es el relacionado con la corrosión, como producto del potencial de conversión química de los iones de hierro de los suelos, lo cual es más crítico en los suelos arcillosos.
- El tramo comprendido entre Gonzalo Pizarro y Baeza presenta en toda su extensión alto riesgo morfológico, encontrándose el tramo entre el río Cascales y el río Aguarico, en las mismas condiciones.
- Las estructuras tectónicas definidas como activas o potencialmente activas y la sismicidad asociada, ha dado como resultado los siguientes valores de magnitudes máximas.
  - Km. 160. Tendría una magnitud máxima de 7,20.
  - Km. 40. Tendría una magnitud máxima de 7,00.
- Las aceleraciones máximas probables que se esperarían a lo largo del corredor del SOTE en el tramo bajo análisis, tomando como base las magnitudes máximas esperadas en cada una de las fallas y zonas sismogénicas activas identificadas serán:
  - Tramo Lago Agrio – Lumbaqui, corresponde a un sistema inverso del frente andino en el cual se espera una aceleración de 0,22 g.
  - Trayecto Lumbaqui – El Reventador, correspondiente a un sistema inverso del frente andino en el cual se espera una aceleración de 0,32 g.

- Trayecto El Reventador – Baeza, corresponde a un sistema inverso del frente andino en el cual se espera una aceleración de 0,34 g.
- La peligrosidad del volcán Soche con respecto al SOTE radica en los lahares, los mismos que descenderían por el río Chingal hasta su desembocadura en el río Aguarico para continuar aguas abajo hasta pasar Lago Agrio.
- La peligrosidad del volcán Reventador con respecto al SOTE radica en:
  - Posibilidad mediana de que los flujos de lava lleguen al corredor de la tubería.
  - De ocurrir una gran erupción, existe la posibilidad de que se produzcan lahares secundarios por todos sus drenajes (ríos Malo, Marker, San Carlos, Loco, Lariva, Walter y Reventador), hacia el río Quijos.

En sus drenajes norte y oeste hacia el río Dué, un evento de esta naturaleza afectaría de manera directa al oleoducto en el cruce del río Aguarico en el sector comprendido entre la Estación de Lumbaqui y la ciudad de Cascales.

- Posibilidad moderada de que flujos piroclásticos afecten a la tubería.
- La peligrosidad del volcán Cayambe con respecto al SOTE radica en la producción de lahares, los cuales serían generados por erupciones explosivas con flujos piroclásticos, colapso de domos y/o avalancha volcánica.

Estos materiales descenderían por los cañones de los ríos Salado y Azuela para desembocar en el río Quijos hasta llegar hasta el río Coca, siendo el tramo comprendido entre el puente del río Salado y la población de El Reventador, el de alta peligrosidad.

- La peligrosidad del volcán Sumaco con respecto al SOTE es considerada moderada y radica en la producción de lahares secundarios, los cuales serían generados por una combinación de caídas de cenizas considerables y lluvias fuertes en la cuenca del río Quijos, que afectarían el tramo comprendido entre Cuyuja y la población de El Reventador.
- La peligrosidad del volcán Antisana con respecto al SOTE es considerada alta debido a los lahares que se generarían ante una erupción del mismo.

Los flujos de lodo afectarían el tramo del tubo a lo largo del río Quijos en donde por la topografía encañonada existente, éstos alcanzarían una altura de 100 m.

- Debido a la alta permeabilidad de las terrazas y depósitos aluviales de los ríos Quijos y Aguarico, los acuíferos de este sector son muy susceptibles de contaminarse ante la ocurrencia de un derrame de crudo.
- El hecho de que la calidad del aire y el nivel de ruido a lo largo del corredor en donde se halla asentado el SOTE esté influenciado únicamente por el tráfico vehicular, hace que el mismo sea muy susceptible ante un derrame, pues el olor del crudo y los trabajos a realizar afectarán dichos factores ambientales.

- El tramo bajo estudio es atravesado por un sinnúmero de ríos, esteros y riachuelos lo que facilitaría, si no se toman las medidas del caso, la movilidad de la contaminación aguas abajo.
- El hecho de que exista una alta pluviosidad en la zona bajo análisis, incrementa la posibilidad de contaminación del suelo, el agua y la cobertura vegetal, debido al escurrimiento de las aguas lluvias contaminadas con crudo.
- La zona con alta sensibilidad física se extiende desde el Km. 75 hasta el Km. 110 del SOTE, debido a la presencia de pendientes altas e inestables ( $> 60\%$ ), zonas de deslizamientos activas donde se observa evidencia de antiguos deslizamientos; suelos someros, lo que afecta el potencial de reforestación y el enterramiento de la tubería; y, una alta cantidad de ríos de drenaje pobre que cruzan su ruta.
- Los segmentos más importantes de la ruta, en cuanto al recurso florístico y su conservación, son los alrededores del Volcán El Reventador y el sector de Las Palmas, cerca al cruce del Río Salado, en donde se conservan todavía áreas de bosques naturales, por lo que se las considera como zonas sensibles desde el punto de vista del recurso florístico.
- Desde el punto de vista de conservación del recurso florístico, los tramos del SOTE de importancia son:
  - Reventador (Km. 82 al Km. 100)
  - Las Palmas (Km. 110 al Km. 120)
- Desde el punto de vista faunístico, el sector del Km. 82 muestra los bosques en mejor estado de conservación. Este punto es de especial importancia para mamíferos grandes, pues aún mantiene alta

complejidad estructural y provee recursos esenciales y refugio, a estas especies.

- El área del recinto Simón Bolívar es importante para mamíferos grandes, aves y especies de anfibios y reptiles de la región. Los hábitats existentes, también proveen refugio para algunas especies en peligro de extinción.
- El Km. 91, el río Azuela y la cascada de San Rafael, que son parte de la Reserva Ecológica Cayambe Coca, muestran áreas de bosque primario importantes.

Este sitio es sensible, porque además de tener una fauna diversa y en buen estado de conservación, es objeto de gran actividad turística por personas que ascienden al Volcán Reventador y acuden a la cascada indicada.

- La sensibilidad biótica al interior del área del proyecto, se extiende desde el Km. 70 hasta el Km. 130 del SOTE.
- Desde el punto de vista antrópico, las áreas de sensibilidad están definidas en función de la aceptación o no de la población al paso del SOTE; la posición de las organizaciones locales con respecto a su existencia; las demandas ante eventuales contingencias; la tendencia de crecimiento y ocupación de su derechos de vía y los efectos adversos sobre la población por eventos ocasionados durante su operación y mantenimiento.

En este sentido, las áreas en donde existe un expreso rechazo al paso del SOTE son las de alta sensibilidad, las cuales corresponden a:

- Segmento 1: Km. 12 hasta el Km. 25.

- Segmento 2: Km. 30 hasta el Km. 35.
  - Segmento 3: Km. 75 hasta el Km. 80.
- Del análisis de la evaluación ambiental de los derrames de crudo en el SOTE, en el tramo comprendido entre Lago Agrio y Baeza, se han identificado un total de 152 interacciones causa-efecto, de las cuales 1,3 % corresponden a Impactos Muy Significativos, 7,2 % a Impactos Significativos; 84,9% a Impactos Despreciables y un 6,6 % a Impactos Benéficos.
  - Las acciones de mayor efecto negativo se presentan justamente durante la ocurrencia de un derrame, por lo que resulta imprescindible evitar al máximo este tipo de eventos.
  - La ocurrencia de un derrame afectará de mayor manera a los receptores directos y de primera mano de un evento de esta naturaleza, dentro de los cuales se encuentra el paisaje, la calidad de vida de los afectados, la calidad del agua, la calidad del suelo, la cobertura vegetal y las especies bióticas.
  - Únicamente los derrames de crudo sobre el suelo y las aguas superficiales generarán impactos negativos significativos dentro del componente abiótico.
  - Únicamente los derrames de crudo sobre el suelo y las aguas superficiales generarán impactos negativos significativos dentro del componente biótico.
  - Únicamente los derrames de crudo sobre el suelo y las aguas superficiales generarán impactos negativos significativos y muy significativos dentro del componente antrópico.

- No existe evidencia clara que demuestre que el petróleo o sus derivados sean una causa directa de riesgo de cáncer. Hasta el momento todos los estudios realizados solo logran generar hipótesis sin que se presenten datos estadísticos claros y sin sesgos.

## **5.2. Recomendaciones**

- Con el fin de prevenir al máximo la ocurrencia de un derrame a lo largo del tramo bajo estudio y considerando los riesgos naturales y antrópicos a los que se encuentra expuesto el SOTE, se deberán considerar las medidas preventivas que se detallan dentro de la propuesta de manejo, lo cual incluye:
  - Implementar y mantener un programa de control de corrosión de la tubería.
  - Realizar un estudio para determinar el espesor de las paredes del tubo.
  - Implementar un sistema que automatice la detección de fugas.
  - Implementar un programa permanente de operación y mantenimiento de la Tubería.
  - Coordinar con los organismos locales y seccionales la implementación de Planes de Ordenamiento Territorial, en donde se defina claramente el Uso del Suelo.
  - Implementar un programa permanente de capacitación hacia la comunidad a fin de capacitarla para enfrentar eventos contingentes como los derrames.
- Con el fin de mitigar los efectos que un derrame puede generar al interior de la zona bajo estudio se recomienda tomar en cuenta las siguientes medidas:

- Implementación de acciones de respuesta a eventos naturales y derrames.
- Definir con exactitud los Puntos de Control de Derrames, los mismos que deberán estar plenamente identificados a lo largo del SOTE.
- Implementar un programa que mitigue los efectos de recuperación de las áreas afectadas por un derrame, las mismas que considerarán acciones relacionadas con:
  - ❖ Preparación y acondicionamiento de áreas.
  - ❖ Excavaciones y rellenos.
  - ❖ Transporte y tendido de la Tubería.
  - ❖ Curvado de la Tubería.
  - ❖ Alineación y Soldadura de la Tubería.
  - ❖ Pruebas No Destructivas y Reparación de Soldaduras.
  - ❖ Pruebas Hidrostáticas y Conexión Final.
  - ❖ Transporte de materiales y movimiento de maquinarias.
  - ❖ Control de lodo.
  - ❖ Mantenimiento del tránsito.
  - ❖ Caminos provisionales.
  - ❖ Desvíos.
  - ❖ Servicios básicos.
  - ❖ Seguridad industrial y salud ocupacional.
  - ❖ Educación y concientización ambiental.
  - ❖ Señalización ambiental
- Prevención y control de la contaminación del Componente físico
  - ❖ Calidad del aire.
  - ❖ Calidad de agua.
  - ❖ Usos de la tierra.



- Prevención y control de la afectación del Recurso biótico
- Prevención y control de la afectación del Recurso socioeconómico
  - ❖ Efectos sobre la infraestructura pública y privada.
  - ❖ Afectación a las actividades agropecuarias.
  - ❖ Calidad de Vida
- Implementar dentro de PETROECUADOR un programa de Relaciones Comunitarias a fin de mantener una relación más directa con la población.
- Utilizar para el tratamiento de los suelos cualquiera de las siguientes técnicas innovadoras:
  - Extracción de vapores del suelo: remoción de vapores contaminantes del suelo (sin excavar) mediante pozos de aspiración. Se recogen los contaminantes para someterlos a un tratamiento ulterior.
  - Aspersión de aire: inyección de aire en el suelo debajo de la zona contaminada; el aire forma burbujas que suben, llevando contaminantes atrapados y disueltos hasta la superficie, donde se pueden capturar con un sistema de extracción de vapores del suelo.
  - Medidas biocorrectivas: uso de microorganismos, como bacterias en procesos manejados, para descomponer contaminantes orgánicos en sustancias inocuas.
  - Desorción térmica: calentamiento del suelo a temperaturas relativamente bajas para vaporizar contaminantes con un punto de ebullición bajo. Los contaminantes vaporizados se capturan y se retiran para someterlos a un tratamiento ulterior o para destruirlos.

- Lavado del suelo: uso de agua o de una solución de lavado y procedimientos mecánicos para depurar suelos excavados y retirar contaminantes peligrosos.
  - Deshalogenación química: conversión de contaminantes que contienen halógenos (cloro y flúor, por ejemplo) en sustancias menos tóxicas mediante reacciones químicas controladas que retiran o reemplazan los átomos de halógenos.
  - Extracción con solventes: separación de contaminantes orgánicos peligrosos de desechos oleosos, suelos, fango residual y sedimentos, reduciendo la cantidad de desechos peligrosos que deben tratarse.
  - Enjuague del suelo in situ: inundación subterránea de suelos contaminados con una solución que arrastra los contaminantes hasta un lugar donde pueden extraerse.
- A futuro un estudio de seguimiento sobre la incidencia de cáncer en las poblaciones de la Amazonía expuestas a la explotación petrolera debería tomar en cuenta lo siguiente<sup>23</sup>:
    - El diseño debe ser de cohorte. La desventaja es que el estudio es largo pero con resultados más confiables y limita mucho el número de variables que llevan a la confusión. El cálculo de riesgo relativo es más confiable y preciso que en un diseño de caso control.
    - Se deben determinar los grados de exposición.
    - La muestra debe ser más grande. Cuanto más grande sea la muestra más tiempo tomará el terminar el estudio.
    - Se deben considerar dos grupos para seguimiento: el primero de expuestos y el segundo de no expuestos.
    - Definir exposición: ¿Cómo? Tiempo, dosis y tipo de exposición.
    - Medir bien los casos para no tener sobreestimados y subestimados.

- Buscar poblaciones cautivas, por ejemplo; niños de escuelas. Con estos se evita las poblaciones móviles y se hace más sencillo el seguimiento.
- No usar como única fuente el Registro Nacional de Tumores ya que limita el estudio a Quito. Esto se debe al acceso limitado a este registro, sobretodo en poblaciones alejadas.
- Se debe hacer un chequeo cruzado con datos de otras provincias.
- Debe existir una línea de base o de partida para luego seguir con los seguimientos. Para esto es importante utilizar como muestra una población cautiva.
- Limitaciones del diseño caso-control: incrementa los sesgos y variables confusas. La ventaja del diseño caso-control es que su costo es bajo.

A su vez, se deberían implementar las siguientes recomendaciones lo antes posible:

- Establecer un sistema de vigilancia.
- Programa de control regional adaptado a las características regionales debido a la elevada incidencia del cáncer de cuello de útero.
- Se debe realizar más estudios sobre la asociación del cáncer y el petróleo.

## **CAPITULO VI PROPUESTA DE MANEJO AMBIENTAL**

### **6.1. Objetivo**

El objetivo de esta sección es presentar una Propuesta de Manejo Ambiental, PMA, que permita prevenir, minimizar o mitigar los efectos al ambiente generados durante la ocurrencia de un derrame de crudo.

### **6.2. Alcance**

Hasta la fecha el SOTE no cuenta con un Estudio de Impacto Ambiental aprobado y por tanto tampoco con un Plan de Manejo Ambiental, los mismos que se han sido entregados a la Subsecretaría de Protección Ambiental del Ministerio de Minas y Petróleos, para su correspondiente revisión y aprobación. En este sentido son documentos no oficiales a los cuales no se tiene acceso.

En tal virtud y como producto de la presente investigación, se plantea la presente PMA, la misma que cuenta con todas las medidas de mitigación y remediación que deberían ser incorporadas en el tramo bajo estudio, a fin de evitar al máximo los efectos negativos que, sobre el medio ambiente y la población al interior de su área de influencia, pueden generar los derrames de crudo.

### **6.3. Propuesta de manejo**

#### **6.3.1. Medidas Preventivas**

Con el fin de prevenir al máximo la ocurrencia de un derrame a lo largo del tramo bajo estudio y considerando los riesgos naturales y antrópicos a los que se encuentra expuesto el SOTE, se consideran como medidas preventivas las señaladas a continuación.

##### **6.3.1.1. Control de Corrosión**

Como medida para enfrentar los efectos de la corrosión de la tubería se recomienda la implementación de un sistema de protección catódica<sup>24</sup>.

Este fenómeno, producto de la interacción del metal del cual está constituida la tubería con el suelo que la rodea, produce el consiguiente deterioro en sus propiedades tanto físicas como químicas, haciendo que el metal tienda a retornar al estado primitivo o de mínima energía.

La protección catódica es un método electroquímico cada vez más utilizado hoy en día, el cual aprovecha el mismo principio electroquímico de la corrosión, transportando un gran cátodo a una estructura metálica, ya sea que se encuentre enterrada o sumergida. Para este fin es necesaria la utilización de fuentes de energía externa mediante el empleo de ánodos galvánicos, que difunden la corriente suministrada por un transformador-rectificador de corriente.

El mecanismo, consecuentemente implicará una migración de electrones hacia el metal a proteger, los mismos que viajarán desde ánodos externos que estarán ubicados en sitios plenamente identificados, cumpliendo así su función.

Para el efecto habrá que tener en cuenta consideraciones de diseño para la protección catódica, respecto a la tubería y al medio.

#### **6.3.1.1.1. Respecto a la tubería**

Habrà que considerar:

- Material de la tubería.
- Especificaciones y propiedades del revestimiento protector (si existe).
- Características de construcción y dimensiones geométricas.
- Mapas, planos de localización, diseño y detalles de construcción.
- Localización y características de otras estructuras metálicas, enterradas o sumergidas en las proximidades.
- Información referente a los sistemas de protección catódica, los característicos sistemas de operación, aplicados en las estructuras aledañas;
- Análisis de condiciones de operación de líneas de transmisión eléctrica en alta tensión, que se mantengan en paralelo o se crucen con las estructuras enterradas y puedan causar inducción de la corriente.
- Información sobre todas las fuentes de corriente continua, en las proximidades y que pueden originar corrosión.
- Sondeo de las fuentes de corriente alterna de baja y media tensión, que podrían alimentar rectificadores de corriente o condiciones mínimas para la utilización de fuentes alternas de energía.

#### **6.3.1.1.2. Respecto al medio**

Luego de disponer de la información anterior, el diseño será factible complementando la información con las mediciones de las características campo como:

- Mediciones de la resistividad eléctrica a fin de evaluar las condiciones de corrosión a que está sometida la estructura.
- Definir sobre el tipo de sistema a utilizar; galvánico o corriente impresa y, escoger los mejores lugares para la instalación de ánodos.
- Mediciones del potencial Estructura-Electrolito, para evaluar las condiciones de corrosividad en la estructura, así mismo, detectar los problemas de corrosión electrolítica.
- Determinación de los lugares para la instalación de ánodo bajo los siguientes principios:
  - Lugares de baja resistividad.
  - Distribución de la corriente sobre la estructura.
  - Accesibilidad a los sitios para montaje e inspección
- Pruebas para la determinación de corriente necesaria; mediante la inyección de corriente a la estructura bajo estudio con auxilio de una fuente de corriente continua y una cama de ánodos provisional. La intensidad requerida dividida para área, permitirá obtener la densidad requerida para el cálculo.

#### **6.3.1.2. Control del espesor de la paredes del tubo**

Con el fin de conocer el espesor de las paredes del tubo se debería correr un “chancho inteligente” con instrumentos capaces de detectar la corrosión.

Este “chancho inteligente” utiliza tecnología de instrumentación moderna para medir el espesor de pared de la tubería, y un dispositivo diseñado para recolectar la información sobre espesor de pared con respecto a su ubicación a lo largo de la misma.

Lo anterior permite que cuadrillas de reparación puedan ubicar en forma precisa estas secciones que requieran reparación o reemplazo.

#### **6.3.1.3. Detección de Fugas**

El SOTE debe contar con un sistema SCADA (Sistema de Control de Supervisión y Adquisición de Información) y detección de fugas, tal como el implementado en el OCP.

“SCADA es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Un SCADA es un sistema basado en computadores que permite supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo. El lazo de control es generalmente cerrado por el operador. Hoy en día es fácil hallar un sistema SCADA realizando labores de control automático en cualquiera de sus niveles, aunque su labor principal sea de supervisión y control por parte del operador”.<sup>25</sup>

La aplicación del proceso de señales de esta información con el uso de tecnología de punta provee información que puede ser procesada por un computador para determinar la existencia de una fuga, su tamaño relativo y ubicación, cerrar las válvulas y bombas necesarias.

Esta capacidad de detección agilizará el tiempo de respuesta de movilización requerido para detener la liberación del flujo y reparar la fuga.

#### **6.3.1.4. Operación y Mantenimiento de la Tubería**

Con el fin de lograr rendimiento, seguridad y confiabilidad máximos en el sistema, la tubería deberá someterse a inspecciones visuales periódicas y un apropiado mantenimiento.



#### **6.3.1.4.1. Operaciones**

Se debe monitorear y controlar continuamente las condiciones de la tubería para su apropiada operación. La temperatura y presión se controlarán por medio de dispositivos que deberán ubicarse al inicio de la misma (Estación Lago Central), en los emplazamientos de las válvulas de bloqueo y en las estaciones de bombeo. El sistema SCADA se instalará como parte del equipo de instrumentación.

#### **6.3.1.4.2. Inspecciones**

El derecho de vía deberá ser inspeccionado en forma periódica por medio de recorridos de campo. Durante estos recorridos se inspeccionará el derecho de vía en busca de áreas de erosión que requieran medidas de mitigación, cambios de vegetación que puedan indicar la existencia de fugas, cambios en la estabilidad de suelos a lo largo de la ruta, la exposición de secciones subterráneas de la tubería a causa de la erosión o corrientes de agua, la pintura de los soportes estructurales, la operación adecuada y calibración del sistema de protección catódica, cualquier uso no autorizado del derecho de vía por personas extrañas al proyecto (excavaciones o estructuras), y cualquier otra situación que pueda representar un peligro a la seguridad o que requiera mantenimiento preventivo y/o reparación.

El sistema SCADA, el sistema de detección de fugas y las válvulas de control de flujo serán inspeccionados, se verificará su funcionamiento y calibración y serán reparados cuando sea necesario. Se tomarán las acciones apropiadas en respuesta a aquellas condiciones observadas durante estas inspecciones.

#### **6.3.1.4.3. Mantenimiento**

El mantenimiento general de la tubería se limitará al mantenimiento del derecho de vía y a la inspección, reparación y limpieza de la tubería en sí. El mantenimiento del derecho de vía permanente será realizado por medio de la poda, corte y segado de la vegetación. Para el efecto se utilizará la población asentada a lo largo del SOTE, en el tramo correspondiente a las labores de mantenimiento.

Se permitirá la revegetación del derecho de vía; sin embargo, árboles y arbustos con un diámetro mayor a 4 cm. serán removidos en forma periódica ya que pueden obstaculizar su reconocimiento periódico e interferir con posibles actividades de reparación.

La frecuencia de mantenimiento de la vegetación dependerá de su tasa de crecimiento. La mayoría del mantenimiento de la vegetación se realizará en horas regulares previamente programadas. Cualquier mantenimiento adicional será determinado de acuerdo al índice de desarrollo vegetal. La vegetación no requiere control en áreas de siembra. No se utilizarán pesticidas para el mantenimiento del derecho de vía.

La pérdida o deterioro de la pintura de los elementos de soporte estructurales como resultado de daño o corrosión será reparado por medio de la preparación de la superficie con cepillado, raspado o chorro de arena, seguido de la aplicación de una primera capa de pintura, y luego una capa de material de contenido epóxico.

#### **6.3.1.5. Ordenamiento Ambiental**

Conforme se desprende de la Línea Base socioeconómica, varios barrios de Lago Agrio y áreas pobladas de los otros cantones se hallan

asentados al interior del derecho de vía del SOTE, lo que les convierte en altamente vulnerables ante la ocurrencia de un derrame.

Esta situación, producto del crecimiento desordenado y caótico de estas poblaciones, únicamente podrá ser controlada si los gobiernos locales ejercen un estricto control sobre el uso del suelo al interior de su territorio.

Para el efecto, resulta imperioso que los municipios implementen planes de Ordenamiento Territorial dirigidos, mediante Ordenanza, a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio de su jurisdicción, a fin de preservar y restaurar el equilibrio ecológico y de protección del ambiente.

Para el caso específico del SOTE, los planes de Ordenamiento Territorial deberán establecer a cada lado del eje de la tubería, una franja de exclusión, la misma que estará destinada para su uso exclusivo. Dentro de esta franja quedará prohibida la ejecución de cualquier tipo de obra que no esté relacionada con la industria petrolera. Su ancho mínimo será al menos el que corresponde al derecho de vía, esto es 15 m a cada lado del eje del tubo.

No obstante y considerando la situación actual, la conformación de la mencionada franja únicamente será posible bajo los siguientes escenarios:

- Modificación del actual trazado mediante variantes en áreas críticas, lo cual además de permitir un control efectivo sobre el derecho de vía, incorporará tramos de tubería nueva al sistema, con lo que el riesgo de un derrame, al menos en estos tramos, disminuiría ostensiblemente.

El nuevo trazado se lo llevará a efecto por áreas no pobladas, en donde sea factible respetar obligatoriamente la franja de exclusión establecida.

- Reasentamiento de la población asentada al interior de la franja de exclusión, lo que afectará negativamente a los grupos más pobres y vulnerables de la sociedad, por lo que habrá que hacer las consideraciones que eviten al máximo los efectos secundarios negativos y permitan preparar las medidas de rehabilitación que incluyan terrenos con servicios, soluciones habitacionales y la reconstrucción de las redes sociales, económicas y de servicios.

#### **6.3.1.6. Prevención y control de la contaminación del Componente físico**

##### **6.3.1.6.1. Calidad del aire**

Las medidas de mitigación que serán utilizadas para minimizar los impactos a la calidad del aire incluyen las siguientes:

- Las fuentes de productos de combustión (incluyendo a NOx y SOx), tales como la maquinaria pesada, vehículos y plantas temporales de generación de electricidad, serán mantenidas bien afinadas a fin de proveer un uso eficiente y óptimo en la combustión del combustible.
- El derecho de vía a lo largo de las vías de acceso al sitio de derrame, serán revegetados tan pronto como sea posible mediante semillas o plántulas, similares a las encontradas en el sitio previo a la intervención.

#### **6.3.1.6.2. Calidad de agua**

Las medidas que serán utilizadas para mitigar los impactos adversos a los cursos de agua cercanos incluyen:

- Para evitar el acarreo de sedimentos provenientes de los trabajos efectuados, se construirán drenajes de dimensiones y orientación tal que permita mantener un flujo natural de agua hacia los esteros en las inmediaciones.
- Durante la realización de los trabajos, se interrumpirán con pequeñas bermas de tierra colocadas transversalmente los tramos largos de excavaciones y/o zanjas de tierra expuesta, con pequeñas bermas de tierra (colocadas transversalmente a lo largo de la zanja), o atado de paja (o de vegetación amarrada) colocada como estaca a lo largo de la zanja, a fin de retardar la velocidad del flujo del agua y prevenir la erosión del suelo.
- De requerirse el uso de combustibles, las áreas para su almacenamiento dispondrán de un dique secundario de contención, de una altura suficiente como para contener 110% de los líquidos almacenados; esta área con dique tendrá una capa de revestimiento impermeable.
- Cualquier equipo que represente una fuente frecuente de fugas de aceites lubricantes, estará equipado con un colector de aceite o un separador API, o tendrá una estructura secundaria revestida de contención para recoger el desecho aceitoso.
- Si los cursos de agua circundantes al área de los trabajos se utilizan para el abastecimiento de agua, en el área de toma de agua se cavará un pequeño canal secundario para actuar como alcantarilla para la manguera de entrada de la bomba. Esta alcantarilla estará fuera del canal normal de vertiente a fin de minimizar el ingreso de sedimento

dentro de la bomba y para evitar la perturbación del fondo normal de la vertiente, a fin de prevenir la erosión dentro de la misma.

#### **6.3.1.6.3. Usos de la tierra**

Durante la realización de los trabajos habrá que minimizar el área de impacto físico hacia el componente suelo. Para el efecto habrá que considerar:

- Evitar el uso de áreas más allá de lo absolutamente necesario, evitando la alteración de áreas adicionales de terreno y limitando todas las actividades al área de los trabajos, fuera de poblados o fincas adyacentes.
- La revegetación de los sitios afectados se realizará una vez que hayan concluido los trabajos de atención al derrame.

#### **6.3.1.7. Prevención y control de la afectación del Recurso biótico**

Dentro de este aspecto habrá que tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La velocidad a lo largo de las vías de acceso será restringida a 45 km/h a fin de minimizar la perturbación y emisiones de polvo, y para minimizar las muertes en carretera de animales silvestres que crucen.
- Cuando todos los trabajos hayan sido completados las áreas intervenidas y adyacentes libres de vegetación serán revegetadas hasta regresar a su condición previa o mejor. Es posible reforestar ligeramente estas áreas con especies encontradas en la zona para aumentar el hábitat para la vida silvestre.
- La erosión proveniente de los sitios intervenidos, que podría impactar a los cursos de agua vertientes o drenajes cercanos, estará controlada por medidas estructurales, tales como bermas, barreras de contención,

o vegetación atada y colocada, y mediante esfuerzos de revegetación en áreas que así lo requieran.

- La implantación de medidas preventivas de erosión y sedimentación en estos sitios deberá tomar muy en cuenta la pendiente del terreno, el tipo de suelo y el nivel de riesgo a los cuerpos de agua cercanos.
- Los trabajadores estarán prohibidos de cazar o pescar, regla que será puesta en vigor estrictamente.
- Todos los desechos, tanto sólidos como líquidos deberán retirarse del lugar para su traslado hasta un sitio de disposición final autorizado.
- Los trabajadores estarán restringidos solamente al área de trabajo a fin de minimizar la perturbación del hábitat adyacente de vida silvestre.
- Evitar que la maquinaria se desplace fuera de la vía para que no se produzcan deslizamientos de tierra que puedan impactar hábitats importantes para la fauna.
- Impedir el arrojo de materiales al lecho de ríos y esteros a fin de evitar impactar innecesariamente el hábitat de las especies residentes en estos cursos de agua.
- En los casos en los que, debido a condiciones geológicas especiales en la ruta, se deban hacer variantes, se recomienda que éstas busquen siempre áreas ya alteradas, para minimizar el desbroce de vegetación natural.
- En los tramos por donde el SOTE va paralelo a cuerpos de agua importantes o en los cruces, se deberá prohibir el paso de la maquinaria pesada por sobre el lecho de los ríos.

#### **6.3.1.8. Prevención y control de la afectación del Recurso socioeconómico**

Dentro de este componente se encuentran varias medidas para minimizar los impactos relacionados con el recurso socioeconómico.

#### **6.3.1.8.1. Efectos sobre la infraestructura pública y privada**

Los impactos a la infraestructura existente serán minimizados mediante:

- Empleo de técnicas alternativas para colocar la tubería, que ayuden a disminuir los impactos en la infraestructura existente. Por ejemplo en cruces de vías de amplia circulación, la instalación de la tubería debería realizarse mediante perforación direccional.
- Adicionalmente, en otras vías de menor circulación, para evitar accidentes de tránsito deberá implementarse un sistema de seguridad vial que incluya señalización e incluso horarios de circulación.
- Respecto de la infraestructura privada, como edificaciones y viviendas construidas en el derecho de vía del SOTE, deberá implementarse un programa de negociación e indemnización para evitar conflictos que pueden afectar las actividades del proyecto.

#### **6.3.1.8.2. Afectación a las actividades agropecuarias**

- Obtener la autorización respectiva y oportuna de los propietarios y/o poseedores de solares o terrenos, fincas, haciendas o parcelas en donde es necesario la realización de trabajos.
- Establecer relaciones de comunicación y cooperación con los pobladores locales, informándoles sobre la naturaleza, alcance y duración de los trabajos.
- Indemnizar y/o compensar a los propietarios y/o poseedores por las afectaciones, en una negociación justa.
- Reducir al mínimo, el uso de áreas más allá de lo absolutamente necesario.

#### **6.3.1.8.3. Calidad de Vida**

Los impactos a la calidad de vida serán mitigados mediante:



- Asegurar que las autoridades, líderes y organizaciones locales estén informadas acerca de las operaciones y acciones a realizar y de sus posibles efectos en la población, informando sobre las medidas de mitigación a tomarse.
- Establecer un adecuado programa de comunicación en el que se explique claramente a la población la seguridad de la tecnología utilizada para la realización de los trabajos.
- Establecer las medidas necesarias que garanticen una rápida intervención apoyada por la presencia permanente de personal capacitado y correctamente equipado.

#### **6.3.1.9. Capacitación en caso de contingencia**

Con el fin de que la población esté preparada adecuadamente para enfrentar un evento contingente, se considera necesaria la implementación de un programa permanente de capacitación, el cual tendrá como grupo meta los habitantes de las áreas pobladas atravesadas por el SOTE.

Dicho programa que deberá ser participativo a fin de llegar a consensos y lograr el involucramiento de la mayoría de pobladores incluirá al menos las siguientes actividades:

- Contratación de un equipo permanente de capacitación.
- Determinación de un cronograma de trabajo.
- Elaboración de material a ser distribuido entre la población involucrada.
- Charlas informativas y de capacitación sobre los pasos a seguir en caso de una contingencia, a los diferentes grupos de ciudadanos involucrados.
- Simulacros de contingencia para que la población en general conozca a través de la práctica lo que debe hacer en el momento oportuno.

### **6.3.2. Medidas de Mitigación**

Los derrames, que pueden ser originados por eventos naturales o intervención antrópica, son un riesgo latente en el proceso operativo del SOTE, por lo que la mitigación de sus efectos demanda acciones concretas.

#### **6.3.2.1. Acciones de respuesta a eventos naturales y derrames**

La región amazónica no se caracteriza por ser una zona de alta peligrosidad en cuanto a eventos naturales (sismos, inundaciones, deslaves, etc.), sin embargo es necesario contar con un programa que permita enfrentar la ocurrencia de un evento natural excepcional.

En lo referente a los derrames, se procederá conforme a lo estipulado en el Plan de Contingencias que dispone PETROECUADOR para el SOTE.

No obstante lo señalado, las acciones a tomar en cuenta durante un evento natural extraordinario y/o un derrame, deberán cumplir con once etapas subsecuentes que llevan el siguiente orden:

- Localización de la emergencia.
- Aseguramiento del área afectada.
- Suspensión de operaciones.
- Evaluación de la emergencia.
- Movilización de equipo de apoyo.
- Traslado y atención de víctimas.
- Organización de brigadas de trabajo.
- Control de factores de riesgo.
- Control de áreas sensibles.
- Control de la situación general.
- Reporte de situación controlada.

### **6.3.2.2. Puntos de Control de Derrames**

Dado que el SOTE atraviesa un sinnúmero de esteros y ríos, es necesario que PETROECUADOR ubique con precisión los puntos en donde se contendrá los derrames.

Estos sitios denominados puntos de control que cumplen con el objetivo fundamental de detener los derrames para que no viajen aguas abajo y se extienda la contaminación, deberán estar plenamente identificados.

Los criterios principales utilizados para la determinación de los puntos de control serán:

- Localización aguas abajo del o de los Puntos de Derrame: un punto de control debe estar localizado aguas abajo de un punto de derrame a suficiente distancia como para que permita la colocación oportuna de equipos de respuesta y control del derrame.
- Accesibilidad: Un punto de control debe ser accesible por vehículo u otro medio y permitir la fácil instalación de equipos de respuesta en las orillas (desnatadores, personal, barreras, tanques portátiles y vehículos transportadores de producto recuperado).
- Fácil identificación: Debe ser fácil llegar a un punto de control mediante el uso de referencias cartográficas y de señalización en las vías.
- Validez del Punto de control: De acuerdo con el trabajo de gabinete, se determina los tiempos de viaje del derrame y se lo compara con el tiempo de llegada de la brigada de control y se verifica la validez del punto de control.

### **6.3.2.3. Manejo de Derrames**

#### **6.3.2.3.1. Preparación y acondicionamiento de áreas**

Luego de ocurrido un derrame y con el fin de facilitar la ejecución de los trabajos, se procederá al desbroce del área afectada y aquella necesaria para la realización de los mismos.

Dicha área será adecuada de tal forma que produzca una superficie de trabajo que permita el transporte seguro de equipos y el correcto desarrollo de las diferentes actividades.

El crudo derramado deberá ser recuperado, en tanto que los materiales contaminados por éste habrán de almacenarse temporalmente, evitando su contacto directo con el suelo o que por efecto de las aguas lluvias se presenten escurrimientos que puedan contaminar los cursos del agua, la cobertura vegetal o el mismo suelo.

En el caso del agua se emplearán dispersantes químicos, que son una mezcla de agentes activos de superficie (detergente), y de un solvente desarrollado específicamente para el tratamiento de petróleos / aceites vertidos a un cuerpo de agua.

Se prohibirá el uso de compuestos como hidrocarburos halogenados, tetracloruro de carbono, fenoles, cresoles, álcalis cáusticos, ácidos minerales y toda sustancia que pueda corroer los envases o dañar la salud humana en su manipulación y aplicación. Se exigirá además que la emulsión lograda con cada dispersante sea estable y no permita que se reforme la mancha de petróleo en la superficie del agua.

Los residuos almacenados serán conducidos hasta un sitio de disposición final para su confinamiento.

#### **6.3.2.3.2. Excavaciones y rellenos**

Al momento de realizar las excavaciones, se tendrá en cuenta el grado de inclinación del terreno a fin de no interferir en el drenaje natural de las aguas.

Durante este proceso se verificará la profundidad hasta la cual ha llegado el derrame, lo cual permitirá dimensionar y seleccionar el proceso de remediación a aplicar. Dentro de este aspecto, se considerará el uso de métodos in situ o ex situ, dependiendo de la magnitud del derrame ocurrido, de las facilidades que presenta el sitio y de los recursos disponibles para el efecto.

No obstante, se considera como medidas de tratamiento las siguientes:

- Extracción de vapores del suelo: remoción de vapores contaminantes del suelo (sin excavar) mediante pozos de aspiración. Se recogerán los contaminantes para someterlos a un tratamiento ulterior.
- Aspersión de aire: inyección de aire en el suelo debajo de la zona contaminada; el aire forma burbujas que suben, llevando contaminantes atrapados y disueltos hasta la superficie, donde se pueden capturar con un sistema de extracción de vapores del suelo.
- Medidas biocorrectivas: uso de microorganismos, como bacterias en procesos manejados, para descomponer contaminantes orgánicos en sustancias inocuas.
- Desorción térmica: calentamiento del suelo a temperaturas relativamente bajas para vaporizar contaminantes con un punto de ebullición bajo. Los contaminantes vaporizados se capturan y se retiran para someterlos a un tratamiento ulterior o para destruirlos.
- Lavado del suelo: uso de agua o de una solución de lavado y procedimientos mecánicos para depurar suelos excavados y retirar contaminantes peligrosos.

- Deshalogenación química: conversión de contaminantes que contienen halógenos (cloro y flúor, por ejemplo) en sustancias menos tóxicas mediante reacciones químicas controladas que retiran o reemplazan los átomos de halógenos.
- Extracción con solventes: separación de contaminantes orgánicos peligrosos de desechos oleosos, suelos, fango residual y sedimentos, reduciendo la cantidad de desechos peligrosos que deben tratarse.
- Enjuague del suelo in situ: inundación subterránea de suelos contaminados con una solución que arrastre los contaminantes hasta un lugar donde pueden extraerse.

Independientemente del método implementado, habrá que verificar que el mismo ha sido efectivo y que el suelo presenta niveles de THP, Cd, Ni y Pb por debajo de los límites permisibles establecidos en RAOHE.

Una vez verificado lo anterior y luego de que los trabajos han terminado, los contornos originales del terreno se moldearán en lo posible para mantener el patrón de continuidad de drenaje contiguo, implementando medidas temporales y permanentes para el control de erosión y sedimentación, incluyendo revegetación en aquellos lugares intervenidos y reconfiguración del drenaje.

#### **6.3.2.3.3. Transporte y tendido de la Tubería**

En caso de requerirse reposición de tubería, ésta será transportada en camiones trailer o tractores sobre orugas porta tubos (pipe carrier) para su colocación a lo largo del derecho de vía.

La tubería será colocada junto al área afectada en una línea continua de fácil acceso a la cuadrilla de trabajo. Esto permitirá proceder de manera efectiva con las subsiguientes operaciones de alineación y soldadura. En

cruces de ríos, la cantidad de tubería requerida para efectuar el cruce será almacenada en la zona aledaña o en áreas de trabajo temporales.

#### **6.3.2.3.4. Curvado de la Tubería**

Los tubos serán transportados a los sitios de derrame en secciones rectas. Se requerirá cierto número de curvas para permitir que la tubería siga las variaciones de la pendiente natural y cambios en la dirección del derecho de vía, particularmente donde corre en forma concurrente con el OCP, con el fin de minimizar cualquier intervención del derecho de vía. La ingeniería y operación de curvatura de los tubos serán realizadas en el sitio cuando esto sea posible o en los acopios temporarios.

#### **6.3.2.3.5. Alineación y Soldadura de la Tubería**

Al acoplar y apuntalar la línea, ésta será colocada sobre soportes temporales (plataformas de madera). Los extremos de los tubos serán alineados cuidadosamente y soldados con paso múltiple para lograr una completa penetración de la soldadura. Solo se emplearán soldadores calificados para realizar las actividades de soldadura.

#### **6.3.2.3.6. Pruebas No Destructivas y Reparación de Soldaduras**

Para asegurar que la tubería ensamblada cumple o excede los requerimientos de fortaleza de diseño, el 100% de las soldaduras serán inspeccionadas tanto visualmente como por radiografía de acuerdo a la API 1104 Inspección No Destructiva "Nondestructive Testing " <sup>26</sup>.

#### **6.3.2.3.7. Pruebas Hidrostáticas y Conexión Final**

Luego de completar la soldadura y colocación de la tubería, se la limpiará y se realizarán mediciones para verificar su geometría interna. Luego se

realizará una prueba de presión en la tubería con el fin de asegurar que la misma tendrá la capacidad de funcionar a la presión pretendida.

#### **6.3.2.3.8. Transporte de materiales y movimiento de maquinarias**

Con el fin de mitigar los impactos que el transporte de la tubería y el movimiento de maquinarias generará, a continuación se presentan las acciones y medidas que permitan causar el mínimo malestar a la población y al ambiente que rodea a la obra.

Los trabajos de transporte de materiales para la obra, deberán programarse y adecuarse de manera de evitar todo daño a las vías existentes, a las construcciones y a otros bienes públicos o privados o interferencias con el transporte público y/o particular y el bienestar de quienes habitan en las inmediaciones. Se deberá tomar en cuenta que los vehículos no excedan los pesos por eje máximos autorizados.

- Todo material que sea encontrado fuera de lugar, a causa de descuido en el transporte, deberá retirarse inmediatamente.
- No se autorizará el tráfico nocturno a menos que sea absolutamente necesario.
- Antes de iniciar las labores, se verificará la experiencia de los conductores que movilizarán los equipos y el personal, mediante la realización de una prueba de conducción.
- Los vehículos que se utilicen para la movilización del personal y los equipos, deberán contar con todos los documentos en orden.
- Los vehículos que movilicen equipos y personal tendrán revisión mecánica periódica e inspección visual diaria.
- Todos los vehículos deberán tener cinturones de seguridad para el conductor, así como para los pasajeros, el cual será de uso obligatorio durante los desplazamientos.



- Los vehículos contarán con un kit completo de carretera que incluya botiquín de primeros auxilios, herramientas, llanta de repuesto, señales y extintor de incendios.
- Los vehículos contarán con radio de comunicación e informarán permanentemente su ubicación al campamento base.
- Los desplazamientos en el área deberán realizarse de acuerdo a las condiciones de la superficie del camino y a las condiciones climáticas ya que también determinan la visibilidad.
- El límite de velocidad máximo permitido es de 40 Km/h en vías públicas y de 15 Km/h en las áreas pobladas. La velocidad en dichas áreas debe reducirse aún más, si las condiciones climáticas y de tráfico lo requieren.
- Estará prohibido el transporte simultáneo de carga y personal en el balde de los vehículos. Las camionetas utilizadas para el transporte de personal deberán tener asientos para este propósito o de lo contrario, los pasajeros deberán sentarse en el piso del balde de la camioneta. Estará terminantemente prohibido viajar de pie o sentado a los lados o en la parte posterior del balde de la camioneta.
- Al interceptar vías de movilización (carreteras, caminos), se colocarán señales preventivas, anunciando la presencia de personal laborando y la disminución de la velocidad.

#### **6.3.2.3.9. Control de lodo**

Con el fin de evitar al máximo la formación de lodo, las excavaciones deberán ser rellenadas inmediatamente luego de concluidos los trabajos requeridos.

#### **6.3.2.3.10. Mantenimiento del tránsito**

Esta acción comprenderá todas las operaciones requeridas para garantizar comodidad y seguridad del transporte público, tránsito vehicular y peatonal en el área circundante al derrame.

Para el efecto se deberá emplear todos los medios necesarios durante el tiempo que duren los trabajos para asegurar que el tránsito tenga un mínimo de demoras, inconvenientes y peligros.

El mantenimiento del tránsito irá acompañado de una adecuada señalización.

#### **6.3.2.3.11. Caminos provisionales**

Los caminos provisionales que sean necesarios construir ya sea para trasladar al personal a los sitios de trabajo o para el tránsito de vehículos y maquinaria hacia los frentes de trabajo u otros sitios dentro de la obra, deberán realizarse buscando restricciones en el movimiento de tierras y afectación a la población y los cauces naturales.

Dichos caminos deberán considerar las características de pendiente, trazado, drenaje y capa de rodadura adecuadas para el tránsito normal del equipo y vehículos de construcción. Su trazado se ceñirá a los contornos naturales del terreno, de manera de minimizar los cortes y terraplenes.

Una vez que la obra haya sido construida, se procederá a restaurar las áreas sobre las cuales se construyeron los caminos provisionales.

#### **6.3.2.3.12. Desvíos**

Cuando no sea posible o conveniente que el tránsito público sea llevado por una ruta alterna existente, se habilitarán caminos de desvío, los mismos que deberán tener las características de pendiente y alineamiento que permitan su utilización normal.

De ser necesaria esta medida, deberá comunicarse por los medios de comunicación colectiva la ruta de desvío y el tiempo que durará, adjuntando un plano esquemático.

#### **6.3.2.3.13. Servicios básicos**

En el caso de que por causas relacionadas con la construcción del nuevo sistema se tengan que suspender los servicios básicos del sector intervenido, éstos deberán ser restituidos en un plazo no mayor de 24 horas.

Tal situación deberá ser comunicada oportunamente a la ciudadanía a fin de que se tomen las precauciones del caso.

### **6.4. Seguridad industrial y salud ocupacional**

El responsable de los trabajos para enfrentar un derrame, tendrá la obligación de adoptar las medidas de seguridad industrial necesarias en los diferentes frentes de trabajo, y de mantener programas que tiendan a lograr una adecuada salud física y mental de todo el personal, de acuerdo a la normativa que tiene el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), sobre el tema.

Para minimizar los riesgos de trabajo, el Contratista deberá proveer a su personal la vestimenta y equipo de seguridad pertinente, conforme a lo recomendado por las leyes de seguridad industrial vigentes en el país.

#### **6.5. Educación y concientización ambiental**

Las charlas de educación ambiental, tienen por objetivo capacitar al personal que participará en los trabajos sobre cómo ejecutar las labores a fin de conservar la seguridad personal y el medio ambiente.

Los temas a tratar deberán ser muy concretos, prácticos y de fácil comprensión. Las charlas deben ser diseñadas por profesionales vinculados al área ambiental.

#### **6.6. Señalización ambiental**

Este aspecto tiene relación con la implementación de una adecuada señalización con temas alusivos a la prevención y control de las actividades humanas a fin de evitar deterioros ambientales en las zonas de trabajo y seguridad para los trabajadores y ciudadanía en general.

Se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

- Antes de iniciar los trabajos se deberá implementar una adecuada rotulación ambiental de carácter: informativa, preventiva y de restricciones. Para el efecto se utilizarán:
  - Vallas
  - Señales verticales

Las señales informativas tendrán como objetivo advertir a los trabajadores, y población aledaña a la zona de los trabajos sobre la ejecución de los mismos.

Las señales preventivas tendrán por objeto advertir a los involucrados en los trabajos y a la ciudadanía en general acerca de la existencia y naturaleza de peligros potenciales en las zonas que éstos se ejecutan, e indicar la existencia de ciertas limitaciones o prohibiciones que se presentan, especialmente en cuanto a la velocidad de circulación.

Las señales de restricción señalarán las acciones que no se deben realizar a fin de no causar impactos ambientales negativos en el entorno. Dentro de esto se puede incluir la colocación de cinta reflectiva a fin de limitar las áreas de trabajo.

En casos en que se estime conveniente, se colocará señalización vial.

#### **6.6.1.1. Presupuesto y cronograma valorado**

El presupuesto y cronograma valorado de la Propuesta de Manejo Ambiental son los que se presentan a continuación.

**Cuadro 20**  
**Presupuesto del Plan de Manejo Ambiental**

<b>MEDIDAS</b>	<b>Costo uds</b>
Control de corrosión - protección catódica	369.942
Control espesor paredes del tubo	576.379
Detección de fugas - Sistema SCADA	5.600.000
Supervisión permanente de la tubería	81.200
Ordenamiento territorial	30.000
Implementación de variantes	11.000.000
<b>TOTAL</b>	<b>17.657.521</b>

Cabe señalar que para la elaboración del presupuesto se tomó en cuenta la siguiente información:

- Control de corrosión: proyecto de protección catódica del oleoducto Nueva Teapa – Madero a cargo de Pemex de México.

- Control de espesor de paredes: diagnóstico interior mediante “chanchito inteligente” del oleoducto Camisea a cargo de la empresa TgP, Transportadora de Gas Peruano, concesionaria de Petroperu.
- Detección de fugas: información personal de la Eco. Rosario Valladares, ex Vicepresidenta de Petroecuador.
- Supervisión permanente de la tubería: recursos humanos y materiales que normalmente son utilizados en labores de esta naturaleza.
- Ordenamiento Territorial: información personal del Arq. Oswaldo Granda, experto urbanista.
- Implementación de variantes: proyecto OCP.

**Cuadro 21**  
**Cronograma de implementación del Plan de Manejo Ambiental**

MEDIDAS	MESES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Control de corrosión - protección catódica																								
Control espesor paredes del tubo																								
Detección de fugas - Sistema SCADA																								
Operación y mantenimiento de tubería																								
Ordenamiento territorial																								
Implementación de variantes																								

## **Glosario de términos**

### **- A -**

**Abiótico:** Hecho físico o químico, parte de un ecosistema o del ambiente que no ocurre dentro de un organismo vivo.

**Acuífero:** Suelo o terreno con agua o bien capa subterránea de roca permeable, arena o gravilla que contiene o a través de la cual fluye agua. Se refiere a aguas subterráneas.

**Agua subterránea:** Agua del subsuelo, especialmente la parte que se encuentra en la zona de saturación, es decir por debajo del nivel freático.

**Agua superficial:** Masa de agua sobre la superficie de la tierra, conforma ríos, lagos, lagunas, pantanos y otros similares, sean naturales o artificiales.

**Ambiente:** Conjunto de elementos bióticos y abióticos, y fenómenos físicos, químicos y biológicos que condicionan la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos. Generalmente se le llama medio ambiente.

**Área de influencia:** Comprende el ámbito espacial en donde se manifiestan los posibles impactos ambientales y socioculturales ocasionados por las actividades hidrocarburíferas.

**Área de influencia directa:** Comprende el ámbito espacial en donde se manifiesta de manera evidente, durante la realización de Los trabajos, los impactos socio – ambientales.

### **- B -**

**Biorremediación:** Proceso de remediar sitios contaminados que aprovecha el potencial de ciertos microorganismos de degradar y descomponer. Los contaminantes orgánicos, optimizando a través de técnicas mecánicas y físico – químicas las condiciones para la acción microbiológica.

**Biótico:** perteneciente a los seres vivos.

**Bosque:** Asociación vegetal en la que predominan los árboles y otros vegetales leñosos; además contiene arbustos, hierbas, hongos, líquenes,



animales y microorganismos que tienen influencia entre sí y en los caracteres y composición del grupo total o masa.

Bosque primario: Formación arbórea que representa la etapa final y madura de una serie evolutiva, no intervenida por el hombre.

### **- C -**

Clima: Estado medio de los fenómenos meteorológicos que se desarrollan sobre un espacio geográfico durante un largo período. Está determinado por una serie de factores: inclinación del eje terrestre, proporción tierra – mar, latitud, altitud, exposición a los vientos, etc., y se encuentra articulado a un conjunto de elementos tales como presión, humedad, temperatura, pluviosidad, nubosidad, etc.

Contaminación: Proceso por el cual un ecosistema se altera debido a la introducción, por parte del hombre, de elementos sustancias y/o energía en el ambiente, hasta un grado capaz de perjudicar su salud, atentar contra los sistemas ecológicos y organismos vivientes, deteriorar la estructura y características del ambiente o dificultar el aprovechamiento racional de los recursos naturales.

Contaminantes: Toda materia o sustancia, sus combinaciones o compuestos, los derivados químicos o biológicos, así como toda forma de energía, radiaciones ionizantes, vibraciones, ruido, olor que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento ambiental; alteran o modifican su composición y/o afectan a la salud humana.

COV: Compuestos orgánicos volátiles (inglés: VOC). Tienen capacidad de formar oxidantes fotoquímicos por reacciones con los óxidos de nitrógeno en presencia de la luz solar; algunos COV son peligrosos para la salud.

Crudo: Mezcla de petróleo, gas, agua y sedimentos, tal como sale de las formaciones productoras a superficie.

Crudo intemperizado: Crudo que ha sido expuesto por un periodo largo a la intemperie, bajo la incidencia de temperatura, radiación solar, humedad y acción biológica y en consecuencia ha sufrido alteraciones en su

composición y características físico – químicas iniciales.

Cuerpo de agua: Acumulación de agua corriente o quieta, que en su conjunto forma la hidrosfera; son los charcos temporales, esteros, manantiales, marismas, lagunas, lagos, ríos, arroyos, reservas subterráneas, pantanos y cualquier otra acumulación de agua.

#### **- D -**

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): Cantidad de oxígeno disuelto requerido durante la estabilización de materia orgánica capaz de descomponerse por acción bacteriana aeróbica. Es considerada un parámetro valorativo para determinar la calidad del agua y su estado de descomposición.

Demanda química de oxígeno (DQO): Una medida para el oxígeno equivalente al contenido de la materia orgánica presente en un desecho o en una muestra de agua, susceptible a oxidación a través de un oxidante fuerte (expresado en mg/l).

Derecho de vía: Franja de terreno de dimensiones específicas, en que se ha instalado un ducto y/o vía de acceso, que atraviesa una o varias propiedades y a la cual tiene acceso y servidumbre de tránsito el propietario del ducto, y dentro de cuya área se establecen las limitaciones de dominio.

Derrame de hidrocarburos: Escape de hidrocarburos producidos por causas operacionales imprevistas o por causas naturales, hacia los diversos cuerpos de agua y suelos.

Descarga: Vertido de agua residual o de líquidos contaminantes al ambiente durante un periodo determinado o permanente.

Desecho: Denominación genérica de cualquier tipo de productos residuales o basuras procedentes de las actividades humanas o bien producto que no cumple especificaciones. Sinónimo de residuo.

Disposición final: Forma y/o sitio de almacenamiento definitivo o bien forma de destrucción de desechos.

Drenaje natural: Vías naturales que toman los cuerpos de agua

superficiales acorde con la topografía del terreno.

## **- E -**

**Ecosistema:** Unidad básica de integración organismo — ambiente constituida por un conjunto complejo y dinámico, caracterizado por un substrato material (suelo, agua, etc.) con ciertos factores físico – químicos (temperatura, iluminación etc.), los organismos que viven en ese espacio, y las interacciones entre todos ellos en un área dada.

**Emisión:** Descarga de contaminantes hacia la atmósfera.

**Erosión:** Proceso geológico de desgaste de la superficie terrestre y de remoción y transporte de productos (materiales de suelo, rocas, etc.) originados por las lluvias, escurrimientos, corrientes pluviales, acción de los oleajes, hielos, vientos, gravitación y otros agentes.

**Escorrentía:** Caudal superficial de aguas, procedentes de precipitaciones por lo general, que corre sobre o cerca de la superficie en un corto plazo de tiempo.

**Especie:** Conjunto de individuos con características biológicas semejantes y con potencialidad para intercambiar genes entre si dando descendencia fértil.

**Evaluación ambiental:** Por una parte, es el proceso que consiste en obtener el conocimiento más acabado posible acerca del estado y tendencias del ambiente y, por otro, consiste en la realización de los estudios generales que permitan establecer el impacto ambiental preliminar de las diversas alternativas de realizar un proyecto de inversión.

## **- F -**

**Flora:** Conjunto de especies vegetales que pueblan determinados territorios o ambientes.

**Fauna:** Conjunto de especies animales que pueblan determinados territorios o ambientes.

**- G -**

Geomorfología: Estudia las formas superficiales de la tierra, describiéndolas (morfología), ordenándolas e investigando su origen y desarrollo (morfogénesis).

**- H -**

Hábitat: Área de distribución de una especie, o bien conjunto de localidades que reúnen las condiciones apropiadas para la vida de una especie.

HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH –abreviación del término inglés). Los HAP es un grupo de compuestos de los cuales algunos son conocidos por su alto potencial cancerígeno.

**- I -**

Impacto Ambiental: Modificación neta (positiva o negativa) de la calidad del medio ambiente humano, incluidos los ecosistemas de que depende el hombre. Se dice que hay impacto o efecto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración en el medio o en algunos componentes del medio.

**- L -**

Límite permisible: Valor máximo de concentración de elemento(s) o sustancia(s) en los diferentes componentes del ambiente, determinado a través de métodos estandarizados, y reglamentado a través de instrumentos legales.

Línea Base: Documento que informa acerca de las condiciones ambientales (fauna, flora, suelos, agua y socioeconomía) presentes en el área.

**- M -**

Medio ambiente: Conjunto de características físicas, químicas y biológicas que condicionan y definen las cualidades del entorno natural, tomando en

consideración los procesos y fenómenos que constituyen sujetos funcionales del entorno. Puede ser definido también como el conjunto de recursos, bienes y servicio cuyo usufructo va más allá de las estructuras de propiedad y de las ventajas económicas coyunturales; constituye un activo social susceptible de una política específica dentro de las estrategias de largo plazo de un país.

**- N -**

Nivel freático: Altura que alcanza la capa acuífera subterránea más superficial.

**- O -**

Oleoductos: Son las tuberías que sirven para transportar petróleo crudo contenido la mínima cantidad de impurezas.

**- P -**

Paisaje: Unidad fisiográfica básica en el estudio de la morfología de los ecosistemas, con elementos que dependen mutuamente y que generan un conjunto único e indisoluble en permanente evolución.

PEA: Población económicamente activa.

Permeabilidad: Capacidad para trasladar un fluido a través de las grietas, poros y espacios interconectados dentro de una roca.

Poliductos: Tuberías que sirven para transportar derivados del petróleo y gas licuado de petróleo.

**- R -**

Residuo: Cualquier material que el propietario/productor ya no puede usar en su capacidad o forma original, y que puede ser recuperado, reciclado, reutilizado o eliminado.

Revegetación: Siembra de especies vegetales de interés colectivo, generalmente como última etapa en trabajos de remediación ambiental.

**- S -**

Suelo: Capa superficial de la corteza terrestre, conformado por componentes minerales provenientes de la degradación físico – química de la roca madre y compuestos orgánicos en proceso de degradación y/o transformación, íntimamente mezcladas, con poros de diferentes tamaños que dan lugar al agua y al aire del suelo, así como a microorganismos y animales del suelo y a las raíces de plantas a las cuales el suelo sirve de sustrato y sustento.

**- T -**

TPH: Total de hidrocarburos de petróleo (solubles o recuperables en ciertos solventes). Sinónimo: hidrocarburos minerales.

## LISTA DE REFERENCIA

---

- <sup>1</sup> Fontaine Guillaume, Petróleo y Desarrollo Sostenible en Ecuador: Las Reglas de juego, p. 81.
- <sup>2</sup> Ibid.
- <sup>3</sup> Información proporcionada por la Gerencia de Oleoducto de Petroecuador.
- <sup>4</sup> Alley Roberts & Associates, Inc., Manual de Control de la Calidad del Aire.
- <sup>5</sup> Storch de Gracia, J. M., Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras, Fundamentos, evaluación de riesgos y diseño.
- <sup>6</sup> Ibid.
- <sup>7</sup> Ibid.
- <sup>8</sup> Fondo que se nutre de los ingresos generados por la comercialización del crudo intemperizado que es recuperado y tratado y posteriormente reinyectado a un oleoducto principal.
- <sup>9</sup> Ecuación matemática que con base en la ponderación y los valores asignados a la extensión, la duración y la reversibilidad permite obtener la calificación de la importancia en el rango de 1 y 10, conforme con la metodología utilizada-
- <sup>10</sup> OCP, Estudio de Impacto Ambiental.
- <sup>11</sup> Ibid
- <sup>12</sup> Ibid.
- <sup>13</sup> Ibid.
- <sup>14</sup> Ibid.
- <sup>15</sup> Ibid.
- <sup>16</sup> Ibid.
- <sup>17</sup> Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, SIISE 2004.
- <sup>18</sup> INEC, Resultados del VI Censo de Población y V de Vivienda.
- <sup>19</sup> Proyecciones realizadas usando el método geométrico
- <sup>20</sup> OCP, Estudio de Impacto Ambiental.
- <sup>21</sup> Instituto de Epidemiología y Salud Comunitaria "Manuel Amunárriz", Apdo. 17-10-7410 Nicolás López 349 y Avenida La Prensa, Quito, Ecuador. Tel.: (02) 257689; Fax: (02) 449763; Correo electrónico: sandyura@ecuanex.net.ec
- <sup>22</sup> OCP, Estudio de Impacto Ambiental.
- <sup>23</sup> Tomado del análisis realizado al documento "Cáncer en la Amazonía del Ecuador (1985-1998).
- <sup>24</sup> Centro de Tecnologías Electroquímicas, Hoja Informativa de corrosión.
- <sup>25</sup> [www.monografias.com/trabajos//sisco/sisco.shtml](http://www.monografias.com/trabajos//sisco/sisco.shtml)
- <sup>26</sup> Romero Ezequiel, Ensayos no destructivos en materiales metálicos: Caso práctico de radiografía y gammagrafía industrial.

---

## BIBLIOGRAFIA

1. Acción Ecológica (2001). Comentarios de Acción Ecológica a los Estudios Ambientales del OCP. Quito: Autor.
2. ACNUR (1998). Manual para situaciones de emergencia. Ginebra.
3. Alleys, Roberts y Associates Inc (2000). Manual de control de la calidad del Aire. México: Mc. Graw Hill.
4. Ambiente y Sociedad, et al (2001). Observaciones a la evaluación de impactos ambientales para el proyecto Oleoducto de Crudos Pesados. Quito: Autor.
5. American Petroleum Institute (March 1999). Fate of spilled Oil in Marine Waters. *Publication Number 4691*.
6. Araujo, Ismenia et al (2004). Biorremediación de suelos con consorcio bacteriano, compostaje y fertilización. *Boletín del Centro Investigaciones Biológicas*, V38 No. 3. Maracaibo, Venezuela: Autor.
7. Arcia, Francys, et. al (2004). Derrames petroleros en el agua. Venezuela: Universidad de Oriente.
8. Banco Interamericano de Desarrollo (2002). Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Santiago de Chile: Autor.
9. Brion, Jorge y Rosso, Marcelo (1998). Impacto de los sitios contaminados, medidas de saneamiento. Buenos Aires, Argentina: Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.
10. Cañadas, L. (1983). Mapa bioclimático del Ecuador. Ecuador: Autor.
11. Carter, Larry (1998). Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, Técnicas para la elaboración de los Estudios de Impacto, 2a. Ed. Madrid: Mac Graw Hill.
12. Centro de Tecnologías Electroquímicas (septiembre 2005). Hoja Informativa de corrosión No. 8. España: Autor.
13. CEPAL (1990). Impacto Ambiental de la contaminación hídrica producida por la Refinería Estatal Esmeraldas, Análisis técnico-económico. Santiago de Chile: Autor.
14. CEPIS, OPS/OMS (1999). Control de la Contaminación del Agua, Guía para la aplicación de principios relacionados con el manejo de la calidad del agua. Perú: Autor.
15. CEPIS, OPS/OMS (1994). Manual de evaluación y Manejo de sustancias Tóxicas en aguas Superficiales, Sección 4: Modelos del destino de sustancias tóxicas. Perú: Autor.
16. CEPIS, OPS/OMS (1994). Manual de evaluación y Manejo de sustancias Tóxicas en aguas Superficiales, Sección 5: Orientación para muestreo, monitoreo y análisis de datos. Perú: Autor.



- 
17. CONAMA (1994). Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, Nociones de Evaluación de Impacto Ambiental. Chile: Autor.
  18. Conesa Fdez. – Vitoria (1993). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid: Ediciones Mundi Prensa.
  19. Corbitt, Robert A. (2003), Manual de Referencia de la Ingeniería Ambiental, Madrid, Mc Graw Hill.
  20. Microsoft Corporation (2006). Enciclopedia Encarta.
  21. Escalante Guzmán, Rocío Milusca (2004). Biodegradación de crudo de petróleo en terrarios. Perú: Tesis Digitales, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
  22. Espinoza, Guillermo (2004). Fortalecimiento de los Sistemas de Evaluación de Impacto Ambiental en América Latina y El Caribe: Una base para apoyar la Sostenibilidad del Proceso de Tomas de decisiones.
  23. Eweis, Juana et. al (2000). Principios de biorremediación. Madrid: Autor.
  24. García, Vanesa (2004). Plan de contingencias para derrames de hidrocarburos y compuestos químicos líquidos en le Refinería Estatal Esmeraldas. Quito: Tesis de grado de Ingeniería Ambiental.
  25. Gómez Orea, Domingo (1999). Evaluación del Impacto Ambiental. Madrid: Editorial Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid, 1a edición.
  26. Fontaine, Guillaume (mayo 2003). Más allá del caso Texaco ¿Se puede rescatar al Nororiente ecuatoriano)? .Ecuador: Iconos, No. 16.
  27. Fontaine, Guillaume (2003). Petróleo y Desarrollo Sostenible en Ecuador: Las Reglas de juego. Quito: FLACSO.
  28. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (noviembre 2001). Resultados del VI Censo de Población y V de Vivienda. Ecuador: Autor.
  29. Kiely, Gerard (1999). Ingeniería Ambiental, Fundamentos, entomos, tecnologías y sistema de gestión, 18. Ed. Madrid: Mac Graw Hill.
  30. Montes, Pedro (2001). El Ordenamiento Territorial como opción de políticas urbanas y regionales en América Latina y El Caribe. Santiago de Chile: Autor.
  31. OCP, Estudio de Impacto Ambiental, Quito Ecuador, 2001.
  32. OPS/OMS (1992). La Salud Ambiental y la Gestión de los Recursos de Agua Dulce en las Américas, Programa de Salud Ambiental. *Serie Ambiental No. 10*. Washington D.C.: Autor.
  33. Ortiz, Rutilio. Aspectos en la contaminación del suelo por hidrocarburos en México. México: Autor.
  34. Ortiz, Luis et al (1996). Manual de Gestión Medioambiental. Vigo: Autor.
  35. Ortínez Brito, Oscar. La restauración de suelos contaminados con hidrocarburos en México. México: Instituto Nacional de Ecología.
  36. PETROECUADOR, Gerencia de Protección Ambiental (2002). El proceso hidrocarburífero en la Amazonía Ecuatoriana, serie Petróleo y

- 
- Ambiente, T I. Ecuador: Editorial Universitaria - Universidad Central del Ecuador.
37. PETROECUADOR, Gerencia de Protección Ambiental (2002). Legislación Ambiental Hidrocraburífera del Ecuador, serie Petróleo y Ambiente, T II. Ecuador: Editorial Universitaria - Universidad Central del Ecuador.
38. PETROECUADOR, Gerencia de Protección Ambiental (2002). Sistemas de Gestión Ambiental, serie Petróleo y Ambiente, T III. Ecuador: Editorial Universitaria-Universidad Central del Ecuador.
39. PETROECUADOR, Gerencia de Protección Ambiental, Petróleo y Comunidades en el Ecuador, serie Petróleo y Ambiente, T IV. Ecuador: Editorial Universitaria – Universidad Central del Ecuador.
40. PETROECUADOR, Gerencia de Protección Ambiental, Desarrollo Sustentable y Petróleo, serie Petróleo y Ambiente, T V. Ecuador: Editorial Universitaria-Universidad Central del Ecuador.
41. PETROECUADOR, Gerencia de Protección Ambiental, Políticas Ambientales y de Relacionamento Comunitario de Petroecuador, serie Petróleo y Ambiente, T VI. Ecuador: Editorial Universitaria-Universidad Central del Ecuador.
42. PETROECUADOR, Gerencia de Protección Ambiental, El componente Socioambiental en la Industria Hidrocarburífera, serie Petróleo y Ambiente, T VII. Ecuador: Editorial Universitaria-Universidad Central del Ecuador.
43. PETROECUADOR, Gerencia de Oleoducto (2004).  
<http://petroecuador.com.ec/sote/indice.php>
44. PETROECUADOR (2005). Diagnóstico y Plan de Manejo Ambiental del Sistema de Oleoducto Transecuatoriano, y Sistema de Poliductos Shushufindi-Quito y Esmeraldas. Quito: Autor.
45. PETROECUADOR (2003). Auditoría Ambiental del Sistema Oleoducto Transecuatoriano, SOTE, y Oleoducto Transandino, OTA. Quito: Autor.
46. Ramírez, César (2000). Seguridad industrial: Un Enfoque Integral. México: Limusa.
47. Ray, Asfahl (2000). Seguridad Industrial y Salud. México: Prentice-Hall.
48. República del Ecuador (2001). Ministerio de Energía, Reglamento sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, Decreto Ejecutivo 1215. R.O. No. 265, de 13 de febrero de 2001.
49. República del Ecuador (1998). Constitución Política de la República del Ecuador, Registro Oficial 1 del 11/08/1998.
50. República del Ecuador (2003). Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Decreto Ejecutivo No. 3516 publicado en el Registro Oficial el 31/03/2003.
51. República del Ecuador (1976). Ley de Prevención y control de la Contaminación Ambiental, Decreto Supremo No. 374, Registro Oficial 97, 31/05/1976.

- 
52. República del Ecuador (1999). Ley de Gestión Ambiental Registro Oficial No. 245 del 30/07/1999.
  53. República del Perú, Ministerio de Energía y Minas (1993). Guía para elaborar Estudios de Impacto Ambiental. Perú: Autor.
  54. Romero, Ezequiel (2005). Ensayos no destructivos en materiales metálicos: Caso práctico de radiografía y gammagrafía industrial, Laboratorios ROEMMERS. Buenos Aires: Autor.
  55. Sandoval, Hernán (1993). Vigilancia Epidemiológica de la contaminación química del ambiente. Chile: CEPAL.
  56. San Sebastián, Miguel (2004). Cáncer en la Amazonía del Ecuador (1985 – 1998): Instituto de Epidemiología y Salud Comunitaria Manuel Amunárriz. Ecuador: Ediciones Abya – Yala.
  57. Segovia, Alberto (1997). Los impactos de nuestro petróleo. Quito: Revista Eco Polémica, UPA.
  58. SISTEMA INTEGRADO DE INDICADORES SOCIALES DEL ECUADOR, SIISE, 2004.
  59. Storch de Gracia, J. M. (1998). Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras, Fundamentos, evaluación de riesgos y diseño. España: Mc Graw Hill.
  60. Walss, Rodolfo (2001). Guía práctica para la Gestión Ambiental. México: Mc Graw Hill.

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1 MAPAS**

- |           |                                 |
|-----------|---------------------------------|
| 1         | Ubicación del proyecto          |
| 2         | Riesgo volcánico                |
| 3a y 3 b  | Características hidrogeológicas |
| 4         | Climatología                    |
| 5 a y 5 b | Tipos de suelo                  |
| 6 a y 6 b | Uso del Suelo                   |
| 7 a y 7 b | Conflicto en el uso del suelo   |
| 8         | Riesgo físico                   |
| 9         | Riesgo biótico                  |
| 10        | Riesgo antrópico                |